



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de  
Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORA**

**USHIÑAHUA ZAVALETA, Lisbeth Erilen**

**ASESOR**

**Mg. SUNOHARA RAMIREZ, Percy Sixto**

**LINEA DE INVESTIGACION:**

**Gestión Empresarial y Productiva**

**Lima – Perú**

**2017**

## **PÁGINA DEL JURADO**

Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para Mejorar la Productividad en la Línea de Producción de Spools de la empresa Fima S.A en el año 2017.

---

USHIÑAHUA ZAVALETA, Lisbeth Erilen  
AUTORA

---

Mg. SUNOHARA RAMIREZ, Percy Sixto  
ASESOR

Presente a la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo para optar por el Grado de: INGENIERO INDUSTRIAL

**APROBADO POR:**

.....  
PRESIDENTE DEL JURADO

.....  
SECRETARIO DEL JURADO

.....  
VOCAL DEL JURADO

### **DEDICATORIA:**

Dedico a Dios esta Tesis porque siempre está a mi lado, guiando con sabiduría cada paso que doy, a mi familia especialmente a mi madre quien con su apoyo incondicional hace que no desmaye en mi propósito de alcanzar mis objetivos a base de esfuerzo y sacrificio, a mis hermanas por el aliento, fuerza y el coraje que me dan día a día.

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a Dios, por su infinito amor a mi bella madre por su constancia, ímpetu, dedicación abnegada, paciencia y tiempo a mis hermanas por el apoyo en toda esta línea base de mi carrera.

A mi asesor Percy Sunohara, por el apoyo los conocimientos, guía, atención, a la Mg. Margarita Egusquiza por su sobreesfuerzo paciencia y tiempo en atender mis dudas, al Dr. Leonidas Bravo, por las observaciones hechas para corregir mi tesis.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Lisbeth Erilen Ushiñahua Zavaleta, con DNI: 46041148, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto a las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Noviembre del 2017

---

Lisbeth Erilen Ushiñahua Zavaleta

DNI: 46041148

## **PRESENTACIÓN**

**SEÑOR PRESIDENTE**

**SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO**

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la Empresa FIMA S.A en el año, 2017 “, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

La Autora

# ÍNDICE

## Tabla de contenido

<b>PÁGINA DEL JURADO .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>x</b>
<b>TABLA DE FÓRMULAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
1.1 Realidad Problemática .....	20
1.2 Trabajos Previos .....	27
1.3 Teorías Relacionadas al Tema .....	33
1.3.1 Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM) ....	37
1.3.2 Variable Dependiente: La Productividad .....	44
1.4 Formulación del Problema .....	51
1.4.1 Problema General .....	51
1.4.2 Problemas Específicos .....	51
1.5 Justificación del estudio .....	51
1.5.1 Justificación Económica .....	51
1.5.2 Justificación Técnica .....	52
1.5.3 Justificación Social .....	52
1.6 Hipótesis .....	53
1.6.1 Hipótesis General .....	53
1.6.2 Hipótesis Específicas .....	53
1.7 Objetivos .....	53
1.7.1 Objetivo General .....	53
1.7.2 Objetivos Específicos .....	54
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>55</b>

<b>2. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>56</b>
2.1 Diseño de Investigación .....	56
2.2 Variables Operacionalización .....	57
2.3 Población, muestra, muestreo.....	60
2.3.1 Población .....	60
2.3.2 Muestra .....	60
2.3.3 Muestreo .....	60
2.3.4 Criterios de Inclusión y Exclusión.....	61
2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	61
2.5 Método de Análisis de Datos.....	62
2.5.1 Situación Actual.....	62
2.6 Aspectos Éticos.....	81
2.7 Desarrollo de la Propuesta .....	82
2.7.1 Propuesta de Mejora .....	82
2.7.2 Plan de Mejora .....	97
2.7.3 Implementación de la Mejora .....	99
2.7.4 Análisis Económico y Financiero.....	141
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>146</b>
3.1 Análisis Descriptivo .....	147
3.2 Análisis Inferencial .....	150
3.2.1 Análisis de la hipótesis general .....	150
3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica .....	152
3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica .....	155
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>158</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>161</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>163</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>170</b>
Anexo N°1: Evaluación de Criticidad.....	171
Anexo N°2: Matriz de Consistencia .....	172
Anexo N°3: Ficha de Registro de Medición de Confiabilidad y Disponibilidad .....	173
Anexo N°4: Ficha de Registro de Medición para Eficiencia y Eficacia .....	174
Anexo N°5: Matriz de Operacionalización .....	175



Anexo N°6: Ficha de Registro de Averías .....	176
Anexo N°7: Formato de Análisis de Fallas .....	177
Anexo N°8: Evaluación de TPM .....	178
Anexo N°9: Instrumento de Control de actividades del Comité del TPM...	179
Anexo N°10: Formato de cumplimiento de Mantenimiento Preventivo Anual .....	180
Anexo N°11: Resultados de Turnitin .....	181

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PBI MUNDO Y SOCIOS COMERCIALES .....	20
TABLA 2: PRODUCTIVIDAD DE LOS MESES FEBRERO – MAYO 2017 .....	21
TABLA 3: CUADRO DE CAUSAS DE BAJA PRODUCTIVIDAD (2017) .....	24
TABLA 4: ANÁLISIS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD .....	25
TABLA 5: LOS TRES ENFOQUES DEL TPM.....	35
TABLA 6: OBJETIVOS Y ALCANCE DEL MANTENIMIENTO.....	39
TABLA 7: CLASIFICACIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS Y SUS CARACTERÍSTICAS .....	42
TABLA 8: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN .....	59
TABLA 9: NORMAS NORMALIZADAS DE TUBOS Y ACCESORIOS USADAS EN LA FABRICACIÓN DE SPOOLS .....	65
TABLA 10: DATOS DE MÁQUINA VERNON.....	69
TABLA 11: REGISTRO DE AVERÍAS.....	73
TABLA 12: REGISTRO DE MEDICIONES DE LA MÁQUINA CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD .....	77
TABLA 13: REGISTRO DE MEDICIONES DE LA MÁQUINA EFICIENCIA Y EFICACIA .....	78
TABLA 14: CUADRO RESUMEN DE REGISTRO DE MEDICIONES DE LA MÁQUINA.....	79
TABLA 15: ETAPAS DE LA IMPLANTACIÓN DEL TPM .....	83
TABLA 16: PROCEDIMIENTO PASO A PASO PARA LA MEJORA ORIENTADA .....	85
TABLA 17: SISTEMA DE MEJORA ORIENTADA.....	86
TABLA 18: MUESTRA DE INDICADORES DE OUTPUTS DE PRODUCCIÓN ..	86
TABLA 19: SEIS MEDIDAS PARA EL CERO AVERÍAS.....	90
TABLA 20: CERO AVERÍAS EN CUATRO FASES .....	92
TABLA 21: RELACIÓN ENTRE LAS CUATRO FASES DEL CERO AVERÍAS Y LAS ACTIVIDADES TPM.....	93
TABLA 22: TABLA CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE MANTENIMIENTO....	94

TABLA 23: CRITERIOS PARA ESTIMAR DIFICULTADES .....	105
TABLA 24: EXPLICACIÓN DE PROCESO DE ACTIVIDADES DEL REGISTRO DE FALLAS .....	106
TABLA 25: REGISTRO DE FALLAS .....	107
TABLA 26: FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN LOS COLABORADORES	108
TABLA 27: FORMATO DE EVALUACIÓN DE CAPACIDADES.....	109
TABLA 28: HOJA INFORMATIVA SOBRE LOS SIETE TIPOS DE ANORMALIDAD .....	110
TABLA 29: FORMATO DE CHEQUEO DE CONOCIMIENTOS SOBRE PERNOS Y TUERCAS .....	112
TABLA 30: FORMATO DE CHEQUEO DE PERNOS Y TUERCAS.....	112
TABLA 31: PROCEDIMIENTO DE LUBRICACIÓN .....	113
TABLA 32: CONTROL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	116
TABLA 33: FORMATO DE HABILIDADES.....	117
TABLA 34: LISTA DE CHEQUEO DE EVALUACIÓN GENERAL .....	118
TABLA 35: LISTA DE VERIFICACIÓN DE FUNCIONES Y RENDIMIENTOS...	119
TABLA 36: LISTA DE VERIFICACIÓN DE AJUSTE Y MONTAJES .....	120
TABLA 37: LISTA DE VERIFICACIÓN DE FALLOS DE PROCESOS Y ERRORES .....	121
TABLA 38: LUBRICACIÓN CORTADORA DE TUBOS VERNON .....	122
TABLA 39: BLOQUE CABEZAL PRINCIPAL (PLAN MTTO PLANIFICADO) ....	123
TABLA 40: PLAN ANUAL DE MTTO PLANIFICADO DEL BLOQUE CABEZAL PRINCIPAL.....	124
TABLA 41: BLOQUE CORTE (PLAN MTTO PLANIFICADO) .....	125
TABLA 42: PLAN ANUAL DE MTTO PLANIFICADO DEL BLOQUE CORTE ...	126
TABLA 43: BLOQUE SALIDA (PLAN MTTO PLANIFICADO).....	127
TABLA 44: PLAN ANUAL DE MTTO PLANIFICADO DEL BLOQUE SALIDA ...	128
TABLA 45: BLOQUE ENTRADA (PLAN MTTO PLANIFICADO) .....	129
TABLA 46: PLAN ANUAL DE MTTO PLANIFICADO DEL BLOQUE ENTRADA	130
TABLA 47: CABINA PRINCIPAL (PLAN MTTO PLANIFICADO) .....	131
TABLA 48: PLAN ANUAL DE MTTO PLANIFICADO DE CABINA PRINCIPAL.	132

TABLA 49: CONSOLA MÓVIL (PLAN MTTO PLANIFICADO).....	133
TABLA 50: PLAN ANUAL DE MTTO PLANIFICADO DE CONSOLA MÓVIL ....	134
TABLA 51: FORMATO DE REGISTRO DE MÁQUINA.....	135
TABLA 52: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	136
TABLA 53: PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM .....	137
TABLA 54: REGISTRO DE MEDICIONES DE LA MÁQUINA DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	138
TABLA 55: REGISTRO DE MEDICIONES DE LA MÁQUINA DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	139
TABLA 56: REGISTRO DE MEDICIONES DE LA MÁQUINA DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	140
TABLA 57: HORAS HOMBRE PERSONAL ADMINISTRATIVO.....	141
TABLA 58: HORAS HOMBRE DEL SUPERVISOR .....	141
TABLA 59: HORAS HOMBRE INVERTIDAS DE OPERARIOS .....	142
TABLA 60: COSTO TOTAL DE HORAS INVERTIDAS DEL PERSONAL DEL ÁREA DE SPOOLS .....	142
TABLA 61: CUADRO DE COSTOS DE OTROS GASTOS DE INVERSIÓN .....	143
TABLA 62: INVERSIÓN EN LA IMPLANTACIÓN DEL TPM.....	143
TABLA 63: PRODUCTIVIDAD PROMEDIA ANUAL DEL ÁREA DE SPOOLS ..	143
TABLA 64: ANÁLISIS DE DATOS DE LA HIPÓTESIS GENERAL .....	150
TABLA 65: ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE PRODUCTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS CON SHAPIRO WILK.....	150
TABLA 66: CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL.....	151
TABLA 67: PRUEBA T DE STUDENT DE PRODUCTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS.....	152
TABLA 68: ANÁLISIS DE DATOS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA	152
TABLA 69: PRUEBA DE NORMALIDAD DE EFICIENCIA CON SHAPIRO WILK .....	153
TABLA 70: CONTRASTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA ...	154
TABLA 71: SIGNIFICANCIA DE PRUEBA DE WILCOXON.....	154
TABLA 72: ANÁLISIS DE DATOS DE LA HIPÓTESIS GENERAL .....	155

TABLA 73: ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE EFICACIA.....	155
TABLA 74: CONTRASTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS ESPECÍFICA..	156
TABLA 75: SIGNIFICANCIA DE PRUEBA DE WILCOXON.....	157

## TABLA DE FÓRMULAS

FÓRMULA 1: DISPONIBILIDAD .....	43
FÓRMULA 2: CONFIABILIDAD .....	44
FÓRMULA 3: PRODUCTIVIDAD .....	45
FÓRMULA 4: EFICIENCIA.....	50
FÓRMULA 5: EFICACIA .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PMI MANUFACTURERO SEGÚN BLOQUES ECONÓMICOS.....	20
FIGURA 2: COMERCIO Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL GLOBAL.....	20
FIGURA 3: DIAGRAMA DE ISHIKAWA – BAJA PRODUCTIVIDAD.....	23
FIGURA 4: DIAGRAMA DE PARETO CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD.....	26
FIGURA 5: DIAGRAMA DE ESTRATIFICACIÓN.....	26
FIGURA 6: AGRUPACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN FUNCIÓN DE LOS DEFECTOS QUE PROVOCAN .....	43
FIGURA 7: ORGANIGRAMA DE FIMA S.A .....	63
FIGURA 8: LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA FIMA S.A.....	64
FIGURA 9: SPOOLS .....	65
FIGURA 10: MANEJO DE MATERIALES EN LÍNEA DE SPOOLS - TALARA ....	66
FIGURA 11: SPOOLS EN EL ÁREA DE ARMADO .....	67
FIGURA 12: ÁREA DE CORTE DE TUBOS .....	68
FIGURA 13: MÁQUINA VERNON.....	69
FIGURA 14: OPERARIO MANIPULANDO LA VERNON .....	70
FIGURA 15: PRODUCTIVIDAD DE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO .....	71
FIGURA 16: FALTA CONDICIONES DE LIMPIEZA .....	71
FIGURA 17: FALTA CONDICIONES DE LIMPIEZA .....	72
FIGURA 18: FALTA CONDICIONES DE LIMPIEZA .....	72
FIGURA 19: FALTA CONDICIONES DE LIMPIEZA .....	72
FIGURA 20: NÚMERO TOTAL DE FALLAS DESDE ENERO A MAYO 2017 .....	73
FIGURA 21: DISPONIBILIDAD DE LA MÁQUINA VERNON DURANTE 30 DÍAS .....	80
FIGURA 22: CONFIABILIDAD DE LA MÁQUINA VERNON DURANTE 30 DÍAS	80
FIGURA 23: EFICIENCIA DE LA MÁQUINA VERNON DURANTE 30 DÍAS.....	81
FIGURA 24: EFICACIA DE LA MÁQUINA VERNON DURANTE 30 DÍAS .....	81
FIGURA 25: PASOS PARA IMPLEMENTAR PLAN DEL TPM .....	97
FIGURA 26: DOCUMENTO DE ANUNCIO DE LA APLICACIÓN DEL TPM .....	101
FIGURA 27: POLÍTICA DEL TPM.....	102

FIGURA 28: HOJA DE ASISTENCIA A LA CAPACITACIÓN DEL TPM .....	103
FIGURA 29: ESTRUCTURA DEL COMITÉ TPM .....	104
FIGURA 30: REGISTRO DE MEJORA .....	105
FIGURA 31: DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE REGISTRO DE FALLAS .....	106
FIGURA 32: AJUSTE DE PERNOS .....	111
FIGURA 33: PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLAR PROGRAMACIÓN DE INSPECCIÓN GENERAL .....	114
FIGURA 34: COORDINACIONES DE TRABAJO .....	115
FIGURA 35: CABLES DESPROTEGIDOS.....	115
FIGURA 36: APRETADO DE PERNOS .....	115
FIGURA 37: COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS .....	147
FIGURA 38: COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS .....	147
FIGURA 39: COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE EFICIENCIA ANTES Y DESPUÉS.....	148
FIGURA 40: COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE EFICACIA ANTES Y DESPUÉS.....	148
FIGURA 41: COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE CONFIABILIDAD ANTES Y DESPUÉS .....	149
FIGURA 42: COMPORTAMIENTO DE LOS ÍNDICES DE DISPONIBILIDAD ANTES Y DESPUÉS .....	149



## **RESUMEN**

Mediante la observación de la línea de producción de spools, identificamos su baja productividad, causado por constantes paradas de máquinas, reprocesos, desperfectos, en el lapso de 30 días en la empresa Metalmecánica FIMA S.A en la línea producción de spools, son las que más generan pérdidas monetarias a la empresa.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total), nace en Japón con un nuevo enfoque el del mantenimiento en los equipos mejora e incrementa la productividad al maximizar la eficiencia global del equipo en la producción.

El objetivo principal de esta investigación es mejorar la productividad en la empresa FIMA S.A, la eliminación de tiempos muertos y de espera, definir estándares para mejorar la eficiencia y eficacia de este modo se espera una gestión apropiada y oportuna del mantenimiento de la máquina Vernon.

El desarrollo del proceso de la implantación de mejora consistió en la aplicación de actividades del TPM: mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado al área de spools. Por ello, se mostrará un plan de mejora la cual permitirá conocer las actividades a realizar en cada etapa

Finalmente, se procedió a comparar de los resultados antes y después de la implementación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total, y en base a los indicadores se midió la productividad de la línea de producción de spools; logrando obtener una mejora.

## ABSTRACT

By observing the production line of spools, we identify their low productivity, caused by constant machine shutdowns, reprocessing, damage, in the span of 30 days in the company Metalmecánica FIMA SA in the production line of spools, they are the most They generate monetary losses to the company.

The TPM (Total Productive Maintenance), born in Japan with a new approach to equipment maintenance improves and increases productivity by maximizing the overall efficiency of the equipment in production.

The main objective of this research is to improve productivity in the company FIMA S.A, the elimination of downtime and waiting, define standards to improve efficiency and effectiveness in this way is expected an appropriate and timely management of Vernon machine maintenance.

The development of the improvement implementation process consisted in the application of TPM activities: autonomous maintenance and planned maintenance to the spool area. Therefore, an improvement plan will be shown which will allow knowing the activities to be carried out in each stage

Finally, we proceeded to compare the results before and after the implementation of the Total Productive Maintenance tool, and based on the indicators the productivity of the spool production line was measured; achieving an improvement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad Problemática:

La industria manufacturera de la economía mundial mejora el número de empleos y aporta a la producción (INEI, 2016, p. 142). La producción manufacturera mundial ha obtenido el pico más alto desde el 2011. (MEF, 2017, p. 24).

Figura 1: PMI manufacturero según bloques económicos

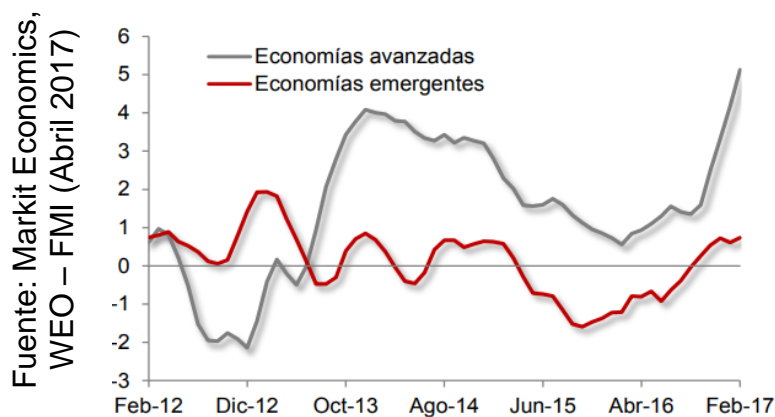


Figura 2: Comercio y Producción Industrial Global

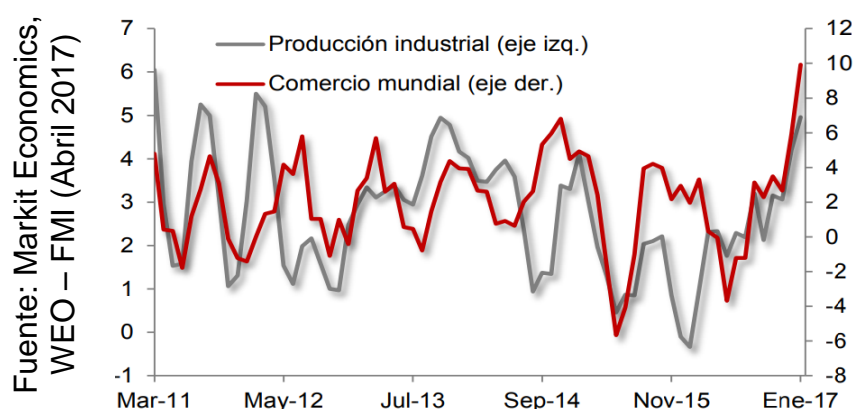


Tabla 1: PBI Mundo y Socios Comerciales

Fuente: WEO – FMI (Abril 2017), Proyecciones MEF			MMMR 2017-2019			Informe de Actualización				
	2011-2015	2016	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2020	2021
Mundo	3,5	3,1	3,0	3,2	3,4	3,5	3,6	3,7	3,7	3,7
Economías Avanzadas	1,6	1,7	1,6	1,6	1,8	2,0	2,0	1,9	1,7	1,7
Estados Unidos	2,1	1,6	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,1	1,8	1,7
Zona Euro	0,7	1,7	1,3	1,2	1,2	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
Japón	0,6	1,0	0,6	0,5	0,5	1,2	0,6	0,8	0,2	0,7
Economías Emergentes y en Desarrollo	5,0	4,1	4,4	4,9	4,9	4,5	4,8	4,9	4,9	5,0
China	7,9	6,7	5,7	5,2	5,0	6,6	6,2	6,0	5,9	5,8
India	6,7	6,8	7,5	7,6	7,7	7,2	7,7	7,8	7,9	8,1
América Latina y el Caribe	2,3	-1,0	0,4	1,7	2,1	1,1	2,0	2,5	2,6	2,7
PBI Socios Comerciales <sup>1</sup>	3,8	2,7	1,6	2,0	2,1	3,2	3,3	3,2	3,2	3,1

La Sociedad Nacional de Industrias (SNI) manifiesta que la manufactura no primaria representa cerca del 75% de la Industria peruana la cual se prevé un incremento en 1.5% a lo largo de este año 2017. (Córdova, V. (17 de Febrero de 2017). *SNI: Manufactura crecerá 2,5% en el 2017*. El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/sni-manufactura-crecera-2-5-2017-403990>.

La fabricación de productos metálicos pertenece al sector manufactura no primaria.

En el Perú, como lo indica la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), la Industria Metalmeccánica describe un proceso de desarrollo con la perspectiva de una importante implicación en las exportaciones, sumando \$ 442 millones en el año 2016, Ádex respaldo la restauración de las exportaciones industriales. Dentro de los tres primeros meses del año 2016, según el diario Gestión reportó un crecimiento de 34% de las exportaciones de la industria Metalmeccánica respecto al año 2008. El 26% de las exportaciones se destinan a Colombia, el 12% a EE.UU y el 11.6% a Perú, la idea es diversificar las direcciones de la producción ya que la metalmeccánica es una de las industrias más diversificadas.

La empresa Industrial Metalmeccánica en estudio, FIMA S.A, se dedicada a la fabricación, diseño, montaje y puesta en marcha de equipos electromecánicos, para diversos sectores productivos. La producción de spools representa aproximadamente el 60% de la carga de trabajo, es esa la razón y objeto de estudio de esta investigación.

FIMA S.A, cuenta con 01 máquina cortadora de tubos en el área de corte, la cual tiene por nombre Máquina Vernon. La máquina Vernon opera 5 días a la semana de lunes a viernes en dos turnos por día las 20 horas y 1 día a la semana sábados solo 5 horas.

La empresa tiene como objetivo lograr la producción planificada e incrementar el máximo rendimiento productivo. No obstante, se han encontrado deficiencias en sus procesos productivos generando horas muertas, se refleja en la Tabla 2:

*Tabla 2: Productividad de los meses Febrero – Mayo 2017*

	AÑO 2017			
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
EFICIENCIA	82.9%	82.3%	83.4%	82.9%
EFICACIA	88.9%	87.9%	87.8%	87.7%
PRODUCTIVIDAD	73.7%	72.3%	73.2%	72.7%

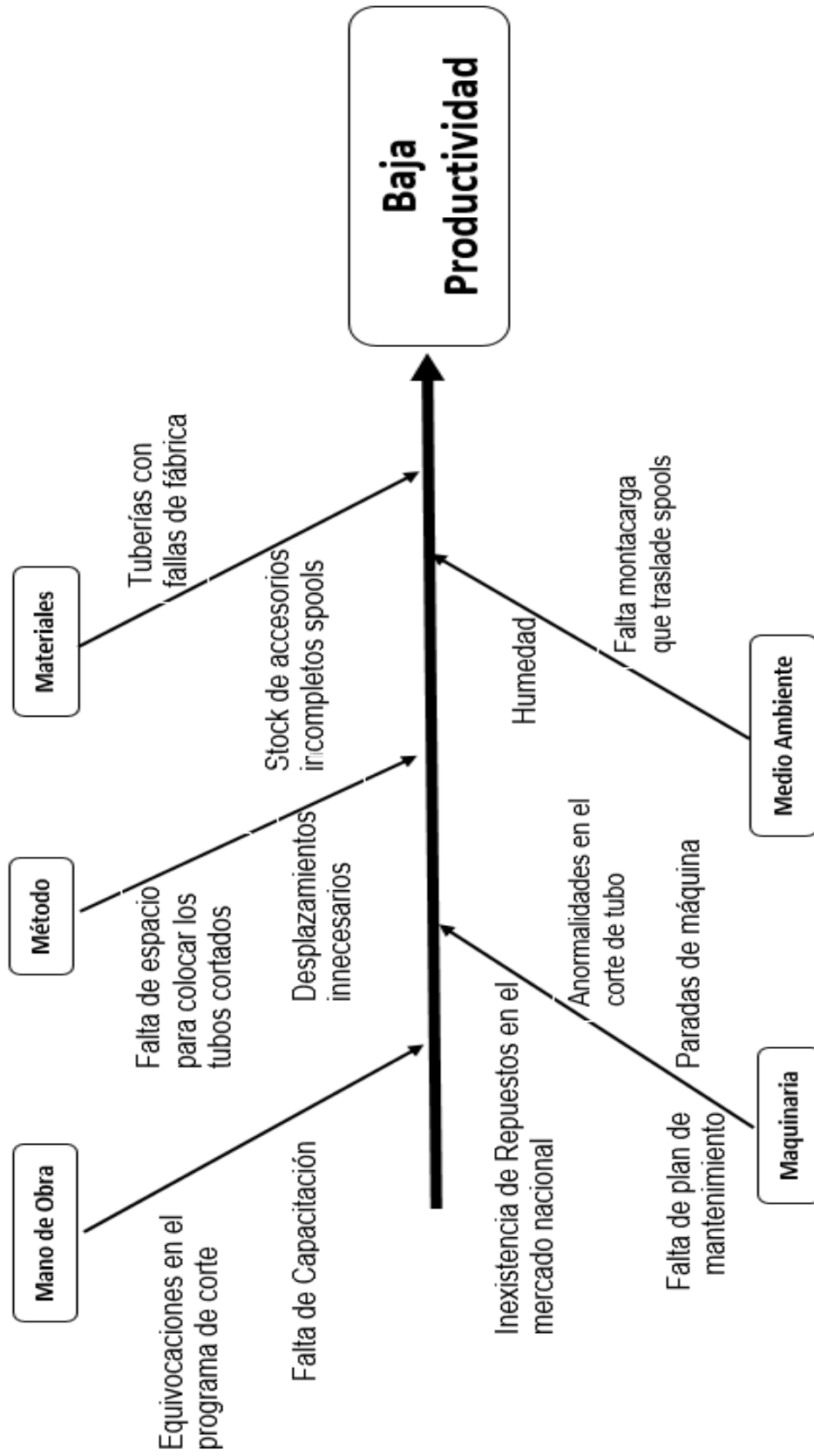
Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación de la Figura 3: Diagrama de Ishikawa

Se ha identificado mediante el diagrama de Ishikawa, las causantes de la baja productividad, en la empresa FIMA S.A, como: uso incorrecto de la máquina por falta de conocimientos técnicos de los operarios, falta de formatos donde registren control, inspección, capacitación a todos los involucrados.

Uno de los problemas recurrentes son las paradas de máquina no programadas de la cortadora automática Vernon que corta tubos ó también llamados spools, está encargada de habilitar el material para las demás líneas: Calderería, soldadura, calidad, pintura y almacén, si la Vernon deja de funcionar ó tienes paradas de máquina inesperadas no puede alimentar a las demás líneas que están esperando los tubos cortados por eso es de mi interés implantar el TPM debido a que es una máquina crítica, cabe recalcar que esta máquina funciona dos turnos al día además el costo por hora de corte máquina es de \$200, las fallas se debe a que la máquina no cuenta con mantenimiento, la máquina se descalibra por ello tenemos productos fuera de medida, pérdida de materiales, reprocesos, hay cosas que se pueden solucionar, pero a los operarios a los maquinistas aún les falta el compromiso del cuidado y limpieza de la máquina permanente para prevenir errores, no hay un registro de fallas, ya que no cuenta con una programación de mantenimiento que elimine averías, defectos, accidentes, sin embargo no podemos dejar de mencionar la influencia ambiental haciendo que el polvo o la suciedad provoque atascos en la máquina e impida el deslizamiento de los tubos, lo cual genera reprocesos, horas muertas, costos elevados y una baja productividad.

Figura 3: Diagrama de Ishikawa – Baja Productividad



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación de la Tabla 3: Cuadro de causas de baja Productividad

Se ha usado la herramienta lluvia de ideas con el fin de obtener las causas raíces que motivan estos problemas, de tal forma que nos ayude a mejorar y solucionar analizando las causas y subcausas de cada problema que contribuyan a esta situación. Así como se visualiza en la Figura 3, el mismo que nos permite ver las causas principales de la baja productividad en la empresa FIMA S.A.

Asimismo, para determinar el análisis de las causas de mayor hasta el menor impacto en nuestro estudio se ha hecho el uso de la escala de Likert, se realizó mediante una encuesta a 10 personas en el área de habilitado de spool a fines del mes de Marzo del 2017, en un rango de valores desde 0 a 4 con puntajes de: 0 = Nunca, 1 = Casi nunca, 2 = A veces, 3 = Frecuentemente, 4 = Siempre (ver anexo N°01).

*Tabla 3: Cuadro de causas de baja Productividad (2017)*

Item	Causas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Puntaje
I1	Paradas de máquina	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	38
I2	Falta de capacitación	4	3	3	4	4	3	3	2	4	4	34
I3	Falta de un Plan de mantenimiento	4	3	2	3	4	3	3	3	2	3	30
I4	Falta de espacio para colocar los tubos cortados	4	0	3	2	3	3	3	3	4	3	28
I5	Inexistencia de repuestos en el mercado nacional	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	25
I6	Desplazamientos innecesarios	4	2	3	3	0	2	3	3	2	0	22
I7	Anormalidades en el corte de tubo	2	3	2	1	2	3	2	2	1	1	19
I8	Falta montacarga que traslade spools	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	15
I9	Stock de accesorios incompletos spools	1	2	0	2	0	2	1	1	2	1	12
I10	Equivocaciones en los programas de corte	1	2	1	1	2	0	0	0	1	0	8
I11	Tuberías con fallas de fábrica	1	1	1	0	0	1	2	0	0	0	6
I12	Humedad	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3

Fuente: Elaboración Propia



### Interpretación de la Tabla 4: Análisis de la baja Productividad

En la tabla 4 se visualiza que las 7 primeras causas están resaltadas y están generando tiempos improductivos de un total de 12 causas mostrando así una frecuencia acumulada de 81.7%, se reflejan también dos causas críticas las cuales son paradas de máquina y la falta de capacitación. Además de ello tenemos otras causantes de la baja productividad y no menos importantes ubicadas dentro de las últimas categorías influyentes en la baja productividad. Posteriormente se generará un análisis mediante el diagrama de Pareto.

*Tabla 4: Análisis de la baja Productividad*

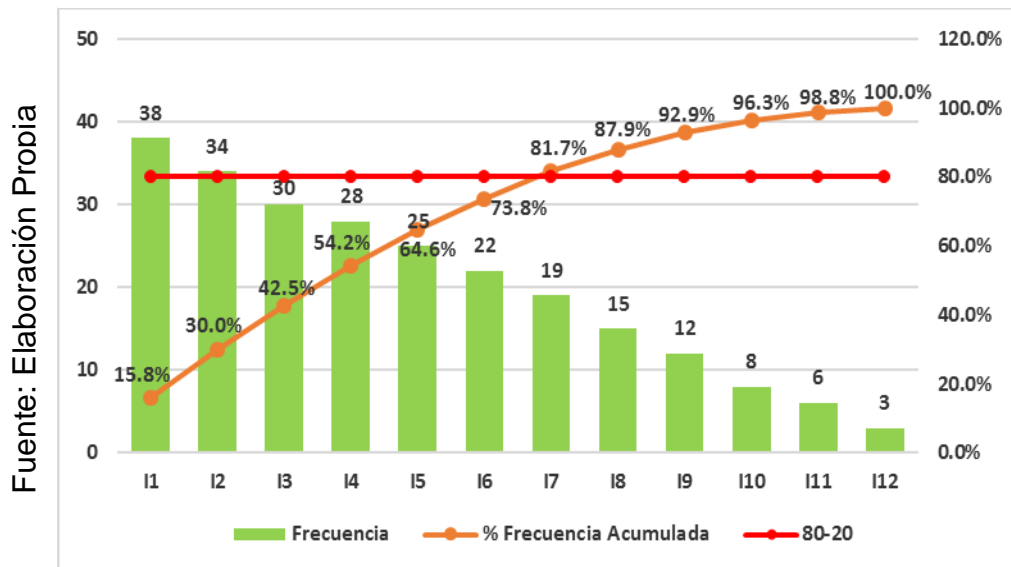
Item	Causas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia Relativa	% Frecuencia Acumulada
I1	Paradas de máquina	38	38	15.8%	15.8%
I2	Falta de capacitación	34	72	14.2%	30.0%
I3	Falta de un Plan de mantenimiento	30	102	12.5%	42.5%
I4	Falta de espacio para colocar los tubos cortados	28	130	11.7%	54.2%
I5	Inexistencia de repuestos en el mercado nacional	25	155	10.4%	64.6%
I6	Desplazamientos innecesarios	22	177	9.2%	73.8%
I7	Anormalidades en el corte de tubo	19	196	7.9%	81.7%
I8	Falta montacarga que traslade spools	15	211	6.3%	87.9%
I9	Stock de accesorios incompletos spools	12	223	5.0%	92.9%
I10	Errores en los programas de corte	8	231	3.3%	96.3%
I11	Tuberías con fallas de fábrica	6	237	2.5%	98.8%
I12	Humedad	3	240	1.3%	100.0%
	Total	240		100%	

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación de la Figura 4: Diagrama de Pareto causas de la baja Productividad

Después de haber visualizado las causas se realizó un cálculo del número de causas, en el cual se obtuvo el porcentaje de las causas, al obtener éstos datos hicimos una gráfica de barras, y en seguida un gráfico lineal, en el cual se muestra desde el problema mayor hasta el menor, que el mayor porcentaje de errores está en las paradas de máquina tal como lo muestra nuestro diagrama de Pareto, en los índices de frecuencia. El principio de Pareto ó denominada regla 80/20 menciona que el 80% de los problemas (falta de capacitación del personal) se solucionan si se elimina el 20% de las causas que los originan (máquina Vernon).

Figura 4: Diagrama de Pareto causas de la baja Productividad

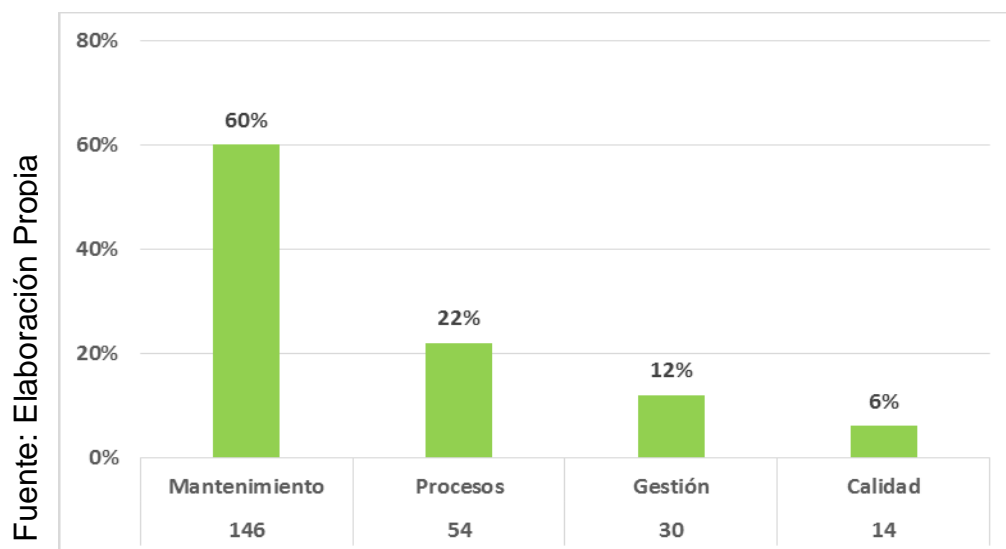


Interpretación de la Figura 5: Diagrama de Estratificación

Después de hacer el análisis en nuestro Pareto y clasificar en grupos o características semejantes, podemos distinguir que nuestro estrato más alto es el área de mantenimiento con un alto índice de causas cuyo porcentaje es de 60% el cual refleja que es nuestro origen del problema.

Viendo los resultados del análisis se concluye la necesidad de aplicar el TPM (Mantenimiento Productivo Total), para mejorar la productividad reduciendo paradas de máquina no programadas permitiendo alcanzar la confiabilidad y disponibilidad en las máquinas y equipos.

Figura 5: Diagrama de Estratificación



## 1.2 Trabajos Previos:

### 1.2.1 Antecedentes Nacionales:

CASTILLO Daniel. y CIEZA Oscar, (2013). ***Diseño e implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la Confiabilidad de las maquinarias en la Planta Merrill Crowe de Minera Coimolache S.A.*** Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial.

Los autores de esta tesis después de haber hecho la investigación y análisis de las pérdidas que ocasionaban los equipos, encontraron ineficiencias tales como: temperaturas de maquinarias elevadas, fugas de aceite, lubricante inapropiado, periodos de demora para las tareas de lubricación. Dentro de los problemas más resaltantes de lubricación tenemos: Mala administración de lubricación, infraestructura, procedimientos y adiestramiento. De esta forma ellos se dan cuenta que están siendo afectados básicamente en el sistema de lubricación, por ende sienten la necesidad de nutrirse de los eficientes procesos de mantenimiento mejorado más conocido como TPM es indispensable que los equipos logren una disposición excelente de producción. La calidad perfecta, como el rendimiento perfecto, necesita la maquina más perfecta factible. La solución que plantea esta tesis es la mejora continua mediante: estandarización, almacenamientos y manejo de lubricantes, entre otros. Además se lograría maximizar la confiabilidad, disponibilidad y el rendimiento eficiente de las maquinas descubriendo desperfectos evitando que ocurran problemas y los resuelve antes de que sucedan.

Después de hacer minuciosamente el análisis costo-beneficio se concluyó la factibilidad del TPM: mejoro la confiabilidad de la maquinaria de 0.5 a 0.83, mejoro el tiempo de cambio de aceite en 54.98% y el de re-engrase en 50.38%, se redujo la temperatura de la maquinaria en 35%.

MALDONADO Ana. y YSIQUE Sumner. (2017). ***SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INDUAMERICA S.A.C. – LAMBAYEQUE 2016***, Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial.

En esta tesis se utilizaron los 5 pilares: mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, gestión de seguridad y entorno, mantenimiento planeado, formación y adiestramiento.

Aquí se plantea un sistema de mejora continua el cual busca realizar todos los procesos de forma ordenada y eficiente a fin de reducir: costos, paradas por falla, reprocesos, entre otros.

De esta investigación se concluye:

Se logró incrementar basados en la aplicación de la filosofía del TPM la eficiencia a un 54% y la calidad en un 93.2%, el indicador OEE obtenido fue 29.6%

SILVA Jorge, (2005). ***Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa.*** Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas.

Para la presente tesis, se tomaron en cuenta las evidencias de registros reales los cuales muestran la presencia de desgaste, los equipos se encuentran sucios debido al polvo metálico, hay presencia de fugas de lubricante y adicionalmente hay fallas constantes por parte de los equipos.

Silva propone implementar el TPM en la zona de las enderezadoras en el área de laminado en frío. Dicha implementación tiene sus etapas en las cuales inicialmente en la etapa de implantación y consolidación se lleva a cabo la medición del EGE (Efectividad Global del Equipo) en el cual se determina en base a estos resultados un incremento en la eficiencia, disponibilidad, índice de rendimiento y calidad, reduciendo averías las cuales generan paradas de producción aumentando la productividad.

Se concluye que si queremos competir, entonces la producción tiene que maximizar su nivel de eficiencia, eliminando lo que no agrega valor al proceso productivo haciendo que el trabajo se obtenga a la primera, por lo tanto la evaluación e implementación de la herramienta TPM ha demostrado su factibilidad económica ya que es rentable a la empresa.

CÓRDOVA Frank, (2012). ***Mejoras en el proceso de fabricación de Spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta.*** Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial.

En el cual plantea como objetivo principal el plan de un modelo teniendo como paradigma la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing hacia el uso del método de fabricación de spools, asimismo se manifiesta la factibilidad económica al ser implementado esta herramienta trascendental para un mercado cada vez más exigente y competitivo. Se ha visto en la necesidad de tomar importancia relevante a la cultura organizacional ya que genera reducción de costos de producción, mayor eficiencia de las maquinarias y equipos, disminución de las mermas, mayor calidad en el producto. De la misma manera se ha detallado los defectos y la relación con las áreas competentes para descifrar la metodología usada ha sido necesario la recolección de datos mediante el personal de la empresa, memorias de proyectos anteriores, manuales de procedimientos de la empresa, cartillas de seguimiento de cada labor desempeñada por parte del personal de la empresa, su tipo de estudio es aplicada y utilizó el diseño pre experimental. Se concluye que al implementar la manufactura esbelta se detectaron los puntos críticos de los procesos los cuales retrasaban la entrega del producto al cliente, la implicancia de insertar las tarjetas kanban, la 5'S, la implementación de ISO9001, entre otros, después de desarrollar estos mecanismos de evaluación y retroalimentación se ha concluido en que la eficiencia de la herramienta Esbelta ha generado mayor productividad, mitigando las mermas de la producción a través de la eficiencia de los equipos.

VÁSQUEZ Luis, (2015). ***Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica CERINSAE.I.R.L., Aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE)***, Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial.

En esta tesis se busca arduamente incrementar la productividad del desarrollo productivo de las cajas porta-medidores enfocando de manera perfeccionista el OEE (eficiencia global del equipo) donde la rentabilidad, calidad y la vida del equipo son fundamentales y así poder lograr los objetivos, para esta producción se requieren de 29 máquinas que estén en óptimas condiciones, por ello se concentra el esfuerzo en las maquinarias para incrementar la capacidad de producción.

Se concluye que el sistema productivo mejoró el indicador de OEE de 82,06% a 87,74% existiendo un incremento de 5,68% reduciendo de 76 a 64 días de trabajo teniendo como resultado de 11 a 14 cajas porta-medidores elaboradas por cada hora empleada, la productividad aumentó en un 27,27%, la eficiencia física mejoro de 95.49% a 95,95%.

#### 1.2.2 Antecedentes Internacionales:

BURGOS Luis. y TORAL Ximena, (2013). ***Diseño e Implementación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa Productora de alimentos Balanceados.*** Tesis para obtener el grado de Ingenieros Industriales.

Después de analizar las problemáticas de esta empresa y corroborar fehacientemente que la productividad, la calidad, la satisfacción de cliente y el futuro previsible están siendo afectadas, es cuando se toma la decisión de adoptar la herramienta TPM, como una herramienta de gestión y control de procesos para incrementar la productividad mediante la renovación constante de mejora continua en cada uno de los procesos.

Esta Tesis se desarrolló con un enfoque más integral en base a análisis y métodos para determinar las capacidades medibles: disponibilidad, cumplimiento y calidad.

MATEO Rafael, (2015). ***Propuesta y Validación de un modelo Integrador de Implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).***

Aquí se plantearon varias aplicaciones en base a la implementación del TPM se presentaron propuestas tales como: la elaboración de un modelo concreto del TPM que ayudara en el análisis de las estrategias y verificación probable de las causas que afectarían su implementación por ello tomaron la decisión de introducir el TPM teniendo claros los objetivos que desarrollara la organización, se definieron las relaciones jerárquicas de los facilitadores (el compromiso de la alta dirección, el plan estratégico, el enfoque a recursos humanos, el enfoque a procesos, el enfoque al sistema de información, el enfoque contextual) y los pasos

del modelo, destaca los impactos positivos del TPM en las organizaciones, se incluyeron cuestionarios a los facilitadores en los cuales plantearon preguntas cuya aplicabilidad fue necesaria para validar en una empresa real. Se concluye la mejora en los resultados al aplicarse esta metodología TPM.

GALVÁN Daniel, (2012). ***Análisis de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante el Modelo de Opciones reales.*** Tesis para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Optimización Financiera.

Cuyo objetivo es analizar la merma de los cueros sintéticos importados desde China, si bien es cierto toda empresa busca maximizar la productividad, servicio y calidad, si lo vemos desde el punto de vista de competitividad e innovación además de las demoras en el tiempo de entrega del producto al cliente y de desarrollar en los trabajadores: liderazgo, trabajo en equipo y la mejora continua, para mejorar su sistema de fabricación en base a la filosofía de la implementación del método TPM (Mantenimiento Productivo Total), la misma que nos proporcionara herramientas de gestión de mantenimiento y control de procesos para el desarrollo productivo y así detectar su fuente de problemas permiten optimizar a la compañía la sostenibilidad en el mercado competitivo cuyo requisito primordial es la excelencia en la calidad, suministro ágil a menos costo. Se utilizó la metodología exploratoria y descriptiva debido a que el estudio se basa en la observación y análisis del entorno de la empresa. Se ha podido concluir lo siguiente: el TPM, permite desarrollar un proceso de producción más ágil, generando un programa más activo de mantenimiento total productivo y la estandarización de los procesos permitiendo la conservación de las maquinarias y los equipos además de establecer el orden y limpieza en cada lugar de trabajo, a fin de satisfacer al cliente, mejorar los procesos y reducir las actividades que no agregan valor.

TUAREZ Cesar, (2013). ***Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total).*** Tesis para optar por el título de Magister en Gestión de la productividad y la calidad.

Entre los objetivos expuestos en esta tesis es optimizar la credibilidad de los equipos mediante: el mantenimiento de las maquinas, buscando mejorar y repotenciar las habilidades de los operarios en el cuidado, limpieza, lubricación, reparación, manejo y disponibilidad de las máquinas asimismo extender la duración de vida de útil, también cabe recalcar que se busca explotar las habilidades de nuestro personal por buscar la solución ágil de problemas, además esto ayudara a minimizar las deficiencias en el producto.

Ha sido efectivo y necesario la implantación y uso del sistema de Gestión TPM ya que están siempre a la vanguardia de la mejora continua debido a sus múltiples beneficios económicos, organizativos, productivos, seguridad en el trabajo, las capacitaciones continuas han logrado excelentes beneficios de productivos los mismos que son complementos básicos para lograr certificaciones a las normas ISO 9001:2008, ISO 14000 y OHSAS 18000.

Se concluyó: La aplicación de la filosofía TPM bajo el sistema de mejora, incremento la disponibilidad de las máquinas de 90% a 94.49%, por lo tanto se redujo las tareas de mantenimiento correctivo no planificado, se implementó la capacitación y entrenamiento a los operarios para conozcan más sobre sus equipos y puedan desarrollarlos eficientemente, se mejoraron los tiempos de los operadores al calibrar los equipos, se minimizaron las paradas por daños de llenadoras, se enfatizó en eliminar tiempos muertos para esto se hizo el mantenimiento preventivo lo cual fue un éxito pasando de 25 fallas a 13 fallas debido a la identificación de averías, limpieza y lubricación detectadas por el operador al inspeccionar su máquina . Se redujeron: los tiempos por calibración de 44 minutos a 28 minutos, las paradas de la llenadora de 113 minutos a 80 minutos, se incrementó el OEE de 67% a 74,84%, disminuyo el tiempo en cambios de formato de 1 hora a 45 minutos, reparaciones de válvula eran de 15 minutos ahora es de 10 minutos, los tiempos de reparación eran de 78 minutos ahora son de 35 minutos.

PALACIOS Eduardo, (2016). ***Estudio para la Implementación de un Plan de Mantenimiento del Taller Mecánico, para la Maquinaria Pesada, en la Compañía de Transporte Pesado Interprovincial en Volquetas***



***Metrovolquetas de Rumiñahui S.A.*** Para optar por el grado de Ingeniero en Mecánica Automotriz.

Cuyo objetivo de esta tesina es evaluar la productividad de la planta al determinar los procesos que se puedan mejorar mediante la herramienta Lean Manufacturing, como: estandarizar la producción, reorganizar las instalaciones, adquirir nuevos equipos y reasignar al personal, todo esto se hizo mediante curso gramas sinóptico, diagramas hombre – máquina entre otros. Este proyecto si es viable debido a la modalidad de la Investigación documental, de campo, descriptiva y no experimental al hacer el estudio del entorno interno y externo. La principal limitante es la asignación del espacio físico para el rendimiento. Después de hacer el análisis correspondiente de esta tesis se concluye que se logró: estandarizar procesos, identificar mudas como transporte de materiales, esperas en el proceso, entre otros. Con esto se ha incrementado la productividad en las jornadas de trabajo, además de reducir los recorridos del transporte, se eliminaron trabajos repetitivos.

### **1.3 Teorías Relacionadas al Tema:**

Oliverio (2012, p. 89) señala: el mantenimiento es un conjunto de técnicas designadas a conservar los equipos, herramientas e instalaciones el mayor tiempo posible en un estado en la que pueda desarrollar la función deseada.

Cuatrecasas (2010) dice: “En la actualidad, el interés por el TPM fuera de Japón está creciendo cada vez más debido a las mejoras que se logran en rentabilidad, eficiencia de gestión y calidad. [...]”.

Según (Cuatrecasas y Torrel, 2010), El Mantenimiento Productivo Total “TPM”, ó Total Productive Maintenance, en inglés, es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: Participación de todo el personal de la planta, Eficacia Total, Sistema Total de Gestión del Mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección y la prevención. (p. 33)

(Cuatrecasas y Torrel, 2010), manifiestan, el “TPM es una extraordinaria herramienta para incrementar la productividad, la capacidad y el trabajo en equipo en una organización [...]”. (p. 15)

Dice (AENOR y Renault Consulting, 2012), El TPM. Consiste en la mejora de una serie de métodos, que busca el mejoramiento continuo con lo que se logra maximizar la eficiencia del sistema productivo, minimizar los tiempos de procesamiento, maximizar la efectividad de los equipos, disponibilidad y desempeño de los equipos, reducir paradas imprevistas, mejora el ambiente de trabajo, se logra el compromiso activo y entusiasta de todo el personal, previniendo algún tipo de pérdida durante el ciclo de vida productivo. (p. 15)

Damián y Vásquez (2013) sostienen que el “TPM es una filosofía de trabajo faculta desarrollar un plan metódico para sostener necesariamente la clasificación, orden y limpieza permitiendo inmediatamente mayor productividad, promovido por el clima laboral, la seguridad, la motivación de los colaboradores, la calidad, la eficiencia y finalmente se logra la competitividad de la compañía”.

Villaseñor, (2007) Mantenimiento Productivo Total igualmente conocido como TPM, señala que cada equipo existente en el suelo de producción constantemente esté disponible para su uso conforme lo necesite la producción.

Zandin, (2005) señala “El TPM exige excesivo trabajo, demanda atención y apoyos persistentes. El premio es una industria competitiva, eficiente y con mayor productividad, con costos mínimos, mayor calidad del producto, una industria más limpia, con establecimientos de trabajo más ordenado”.

Cuatrecasas (2000), El TPM tiene como objetivo primordial conseguir el máximo rendimiento y eficacia total de un Sistema productivo mediante la disponibilidad óptima de los equipos.

Cárcel (2014, p. 115), Indica que toda organización requiere un servicio de mantenimiento adecuado y la aplicación es distinta en casa empresa.

García (2012) manifiesta el “TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en

otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos”.

El logro de “cero pérdidas” se obtiene del logro del TPM, el cual tiene tres enfoques:

**T** hace referencia a la palabra “Total” que se descifra como “todas funciones que ejecutan todos los empleados que están involucrados en la empresa”, aquí se explican tres aspectos fundamentales: colaboración del personal, eficiencia total, enfoque de gestión del mantenimiento desde su sistema de prevención.

**P** de la palabra “productivo” o “productividad” de equipos, aquí se minimizan los problemas para producir, inclusive se relaciona con la expresión más cercana como “perfeccionamiento”.

**M** simboliza actividades de “Management” y “mantenimiento”. Es un sistema que repara, lubrica, limpia y mantiene en buenas condiciones además de realizar diligencias de dirección y gestión de la empresa.

*Tabla 5: Los Tres Enfoques del TPM*

<b>TOTAL</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
Todos comprometidos	Producir mas	Mantener el entorno
Todos responsables	Producir mejor	Mantener el estado de ánimo
Todos favorecidos	Producir beneficio	Mantener el rumbo

Fuente: Cuatrecasas TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de Producción, 2000.

Gómez (1998), indica que el mantenimiento es fundamental para el buen funcionamiento de los equipos de producción. (p. 24).

Suzuki (1996), sostiene Regímenes de mantenimiento en el que se indican los principales:

***Mantenimiento basado en el tiempo (TBM).***

Según Suzuki (1996). El Mantenimiento basado en el tiempo consiste en inspeccionar, servir, limpiar el equipo y remplazar piezas periódicamente para evitar averías súbitas y problemas de proceso. Es un concepto que debe formar parte tanto del mantenimiento autónomo como del mantenimiento especializado. (p.148).

***Mantenimiento basado en condiciones (CBM).***

Suzuki (1996). El Mantenimiento basado en condiciones utiliza equipos de diagnóstico para supervisar y diagnosticar las condiciones de las maquinas móviles, de forma continua o intermitente durante la operación y en inspección durante la marcha (verificando la condición del tiempo estático y comprobando las señales de cambio con técnicas de inspección no destructivas). El mantenimiento basado en condiciones se pone en marcha en función de las condiciones reales del equipo en vez de por el transcurso de un determinado lapso de tiempo. (p.149).

***Mantenimiento de averías (BM).***

Suzuki (1996). Al contrario que en los dos sistemas precedentes. Con este sistema se espera a que el equipo falle para repararlo. Se utiliza el concepto de mantenimiento de averías cuando el equipo no afecta significativamente a las operaciones o a la producción o no genera otras perdidas aparte de los costos de reparación. (p.149).

***Mantenimiento Preventivo (PM).***

Suzuki (1996). El mantenimiento preventivo combina los métodos TBM y CBM para mantener en funcionamiento el equipo, controlando componentes, ensambles, subensambles, accesorios, fijaciones, etc. Se ocupa también de mantener el rendimiento de los materiales estructurales y de prevenir la corrosión, fatiga y otras formas de deterioro. (p.149).

### ***Mantenimiento Correctivo (CM).***

Suzuki (1996). El mantenimiento correctivo mejora el equipo y sus componentes de modo que pueda realizarse fiablemente el mantenimiento preventivo. Si el equipo tiene debilidades de diseño debe rediseñarse. (p.149).

### ***Mantenimiento Planificado:***

Suzuki (1996). El mantenimiento planificado se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes. (p.145).

#### **1.3.1 Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El Total Productive Management, en sus inicios era conocido como Mantenimiento Productivo Total (TPM), nace en Japón por la iniciativa y gestión de la empresa Nippon Denso, fabricante y proveedora del mercado automovilístico, quien introdujo el concepto de TPM en su planta en el año 1961, el fin de esta implementación era involucrar a todas las áreas de la organización en la mejora de la efectividad de los equipos, a través de procesos automatizados que requería personal capacitado y capaz de aplicar el mantenimiento preventivo. Debido a ello, la empresa aplicó un programa llamado Total Member Participation (TPM), donde en colaboración del Japan Institute Of Plant Maintenance (JIPM) se le reconoció con el Premio de Excelencia Empresarial; ya que esta filosofía demostraba la relación que existía entre los miembros de la compañía y la motivación para practicar el mantenimiento autónomo (Montoya y Parra, 2010, p. 27)

Para el precursor del TPM a nivel mundial, Nakajima (1991, párr. 2), El TPM es el mantenimiento Preventivo que se desarrolló en los Estados Unidos en los años 50's, realizado por todos los colaboradores. "La innovación del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantiene sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías".

Cárcel (2014, p. 128) Basado en la máxima utilización de los sistemas productivos hombre-equipos-entorno. Esta filosofía permite mantener los equipos a su capacidad máxima junto a la participación del personal es decir se centra en el mantenimiento autónomo permitiendo mejoras en la productividad y calidad.

#### **1.3.1.1 Objetivos del TPM:**

Para (Cuatrecasas y Torrel, 2010), el TPM tiene como objetivo fundamental la obtención del máximo rendimiento ó máxima eficiencia global: OEE (Overall Effectiveness) de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos. El TPM se centra, en la eliminación de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las disfunciones y defectos derivados de los procesos en que intervienen los equipos. Dentro de los objetivos se busca:

- Reducción de averías de los equipos.
- Maximizar la eficacia del equipo.
- Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones.
- Incrementar la eficiencia total del equipo (OEE), a través del compromiso total de los empleados.
- Maximiza la fiabilidad y disponibilidad de los recursos de los equipos, incrementado la calidad asimismo la productividad.
- Fomentar la Mejora Constante (“Kaizen”) que implica a todo el personal.
- Establece un entorno de trabajo activo y entusiasta.
- Minimización del periodo de espera y preparación de equipos.
- Capacitación y formación a los colaboradores.

Cuatrecasas (2000), La participación total en el TPM tiene como objetivos *cero averías, cero defectos y cero problemas de seguridad* y da lugar a un aumento de la eficiencia general de los equipos y reducción de costes. (p. 35).

#### **1.3.1.2 Los Pilares del TPM:**

Mora (2009), nos dice que los pilares del TPM son 8 y vienen a ser el sostenimiento de una metodología que se basa en:

**a) Mejoras Enfocadas:**

Es la agrupación de distintas tareas por elaborar en grupos de personas, los cuales buscan mejorar la efectividad, de maquinarias, plantas, procedimientos. Su objetivo se enfoca en evadir las pérdidas en la industria (Mora, 2009, pág. 441)

**b) Mantenimiento Autónomo:**

Depende de cada uno de los operarios y del personal que por sí mismos mantengan la maquinaria en óptimas condiciones operativas. (Mora, 2009, pág. 441)

**c) Mantenimiento Planificado:**

Con el apoyo de todos los colaboradores se busca desarrollar culturas de prevención, predicción y de mejora continua a fin de prevenir fallas de los equipos en los sistemas de producción (Mora, 2009, pág. 441).

*Tabla 6: Objetivos y alcance del Mantenimiento*

<b>MANTENIMIENTO PLANIFICADO</b>	
<b>Objetivo 1</b>	<b>Objetivo 2</b>
EFICACIA EQUIPOS Y PROCESOS	RENTABILIDAD ECONÓMICA

Fuente: Cuatrecasas TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de Producción, 2000

**d) Mantenimiento de la Calidad:**

Trata de sostener en estados óptimos de operatividad y/o funcionalidad de los equipos y/o maquinarias (Mora, 2009, pág. 441).

**e) Mantenimiento temprano, prevención del mantenimiento:**

Involucran todos los procesos de diseño, construcción y operación de los equipos los cuales certifican la calidad durante todo el proceso productivo. Cuya finalidad

acrecentar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas (Mora, 2009, pág. 441).

**f) Mantenimiento de las áreas administrativas:**

Este enfoque utiliza la logística como ayuda a otras áreas: producción, operaciones y mantenimiento a fin de eliminar pérdidas con el objetivo de contribuir en los procesos de: planeación, organización, dirección, control y la comercialización (Mora, 2009, pág. 442).

**g) Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento:**

Crea sus propias políticas, todos los empleados de producción y de todas las áreas de la empresa que estén correlacionados con la ingeniería de fábricas se muestren, disciplinados, eficientes, motivados, estén en constante crecimiento con la aplicación de las mejores prácticas internacionales. Además, se busca de cada empleado conozca el funcionamiento de su máquina a fin de que detecte el desperfecto y/o funcionalidad de las máquinas para obtener una buena producción y que posean habilidades y competencias en su labor. (Mora, 2009, pág. 442).

**h) Seguridad y medio ambiente:**

Mediante la aplicación de las 5s y mejora continua se asegura la inexistencia de riesgos laborales. Se pretende que el personal tenga una cultura preventiva además de higiene y seguridad para evitar riesgos y dañar el medio ambiente. (Mora, 2009, pág. 442).

**1.3.1.3 Las 6 grandes pérdidas:**

Según Cuatrecasas (2000), tiene por objetivo identificar, clasificar y eliminar las deficiencias de los equipos que interfieren en la producción, tenemos:

**a) Pérdidas por averías en los equipos**

Provocan tiempos muertos del proceso por paro total tales como: Averías con pérdidas de función algunas de sus funciones como fallos repentinos y



drásticos dando lugar a pérdidas esporádicas con coste inicial alto, y Averías con reducción de función, se produce sin que el equipo deje de funcionar, pero disminuye su capacidad de rendimiento, rindiendo por debajo de lo previsto por lo que es difícil de detectar. (Cuatrecasas, 2000, p. 53).

**b) Pérdidas debido a reparaciones**

Aquí trata del tiempo empleado para la preparación ó cambios de útiles y herramientas y los acoplamientos necesarios en las máquinas para resolver la demanda de producción por lo que el equipo permanece parado en un tiempo inferior a 10 minutos. Cuando la maquina esta parada se puede efectuar operaciones de: preparación, montaje y ajustes. (Cuatrecasas, 2000, p. 57).

**c) Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas.**

Las pérdidas de ciclo en vacío nos refieren a las mínimas paras conocidas como corte de aire, generalmente se da en plantas automatizadas como la máquina de corte Vernon. Para no incidir en este problema podemos realizar mantenimiento autónomo como limpiezas diarias para mantener en estado óptimos los equipos. (Cuatrecasas, 2000, p.59).

**d) Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida**

Aquí se menciona las pérdidas de producción ocasionadas por la diferencia existente entre la velocidad prevista y operación real perjudicando el planeamiento de la capacidad productiva la ó pudiendo efectuar mejoras, contribuyendo en su mejora con nuevos estándares de operación sin afectar la calidad del producto. (Cuatrecasas, 2000, p.68).

**e) Pérdidas por defectos de calidad, recuperaciones y reprocesados.**

El tiempo perdido en reprocesos por productos deficientes debido a que no cumplen estándares de calidad. (Cuatrecasas, 2000, p.71).

**f) Pérdidas de funcionamiento por puesta en marcha del equipo**

Se refieren a las pérdidas a nivel de producción provocados por el arranque y puesta en marcha de algunos equipos que utilizan por debajo de su capacidad diseñada, esto provocará una pérdida de rendimiento e impacto en la producción, por ello debe minorarse para potenciar la efectividad. (Cuatrecasas, 2000, p.74).

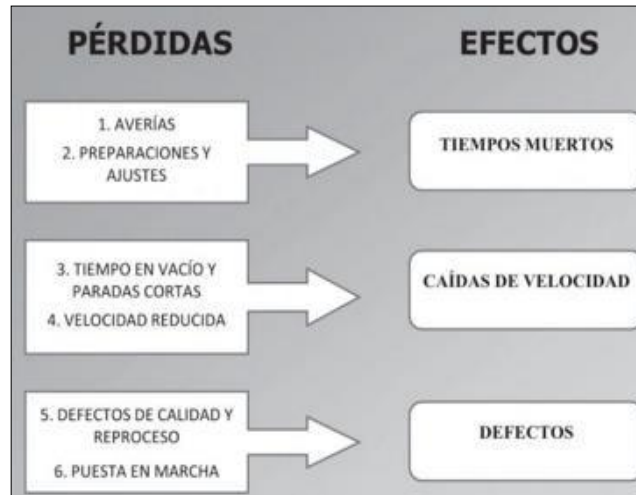
*Tabla 7: Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características*

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1.Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías casuales ó crónicas de los equipos.	Eliminar
	2.Tiempos de reparación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas ó útiles necesarios para su puesta en marcha.	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3.Funcionamiento de velocidad reducida	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se pueden contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4.Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en el que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5.Defectos de calidad y repetición de trabajo	Producción de defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	6.Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Minimizar según técnica

Fuente: Cuatrecasas TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de Producción, 2000

Figura 6: Agrupación de las pérdidas en función de los defectos que provocan

Fuente: Cuatrecasas TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de Producción, 2000



#### 1.3.1.4 Dimensiones del TPM:

- **Disponibilidad (D)**

Según Cuatrecasas (2000) Es el estado apto del equipo para el funcionamiento de su uso en cualquier momento en condiciones de utilización y reparación especificadas.

Según Souris (1992), el instrumento de producción debe responder a un objetivo fundamental: disponibilidad con una calidad de servicio óptima.

#### Fórmula 1: Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{T.total operación} - \text{horas parada}}{\text{T.total operación}} * 100\%$$

Fuente: Gestión del montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas, 2013

Leyenda:

Horas paradas= Horas máquina sin funcionar

- **Confiabilidad (C)**

Se determina como la probabilidad de que un equipo y/o producto se demuestre satisfactoriamente para las cuales se diseña, durante un periodo de tiempo y en

condiciones normales. La medida de la confiabilidad de un equipo es la calidad, si un equipo no tiene fallas es cien por ciento confiable y si la frecuencia de las fallas es baja tiene fallas es aceptable. (Mora, 2009, pág.95).

#### *Fórmula 2: Confiabilidad*

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\%$$

Fuente: Gestión del montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas, 2013

Leyenda:

MTBF= Tiempo medio entre fallas (t. Operación/ n° fallos)

MTTR= Tiempo promedio de reparación (t. reparación/ n° fallos)

### **Fallas**

Una falla es la pérdida de capacidad, total ó parcial, de un ítem mantenible para satisfacer un nivel de operación establecido por la función. Si sobre el componente se presenta dicho estado de no funcionamiento (insatisfactorio), no es posible alcanzar los estándares definidos para la operación. (Pistarrelli, 2010, p. 21).

### **Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)**

Que este parámetro establece el periodo promedio entre dos fallas de un elemento en un contexto de funcionamiento dado. (Pistarrelli, 2010, p. 27).

### **Tiempo Medio para Reparación (MTTR)**

Es la relación entre el tiempo total de intervenciones por restauración y el número total de reparaciones. Es aplicable, además, para un conjunto de ítems cuyas características sean similares y cuando se trata de la misma reparación. (Pistarrelli, 2010, p. 29).

## **1.3.2 Variable Dependiente: La Productividad**

### **1.3.2.1 Conceptos**

Gutiérrez (2014, p. 20) Señala, la Productividad son los resultados que se obtienen en un proceso, por ello incrementar la productividad es alcanzar mejores resultados, considerando los recursos empleados para generarlos.

*Fórmula 3: Productividad*

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Fuente: Calidad Total y Productividad, 2010

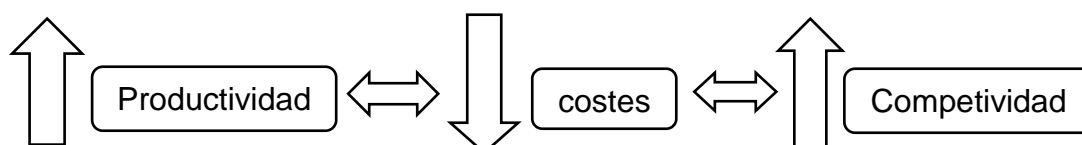
Según Prokopenko (1989), La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. La productividad se define como el uso eficiente de los recursos, trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. Esto se suele representar mediante la fórmula:

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad}$$

Felsinger (2012, p. 3) Define a la productividad como un indicador que evidencia que tan óptimos son empleados los recursos en la producción de bienes y/o servicios, es decir que se relaciona los bienes y servicios producidos en un sistema, con los recursos utilizados.

$$\frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \text{Productividad}$$

Cruelles (2013, p. 10) menciona que en una empresa mientras mayor sea la productividad, el costo de producción será menor, obteniendo como consecuencia un aumento en la competitividad dentro del mercado.



Tejada (2007) a la productividad lo define. La productividad es una medida de eficiencia que se encuentra relacionada con la producción. Puede definirse como la interrelación entre los ingresos, el proceso de producción o transformación y los egresos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

Eroles et al. (2008, p. 107) sostiene que la productividad se determina desglosando sus dos componentes, la eficiencia y la eficacia:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

Otra definición la entiende como la relación entre la producción económica y los recursos invertidos para generarlas” (p. 289).

Prokopenko (1989), indica que: La productividad podría considerarse como una medida global de la forma en que las organizaciones satisfacen los criterios siguientes: Objetivos (Medida en que se alcanzan), Eficiencia (Grado de Eficacia con que se utilizan los recursos para crear un producto útil), Eficacia (Resultado logrado en comparación con el resultado posible), Comparabilidad (forma de registro del desempeño de la productividad a lo largo del tiempo) (p. 6).

Según Maynard (2005) Es la coherencia relacionable que existe entre la producción y los insumos también se considera la relación entre lo que sale y lo que ingresa.

Según Lawlor (1985) considera la productividad como una medición global del desempeño de las organizaciones respecto de los 5 elementos: Objetivos, Eficiencia, Eficacia, Comparabilidad, y tendencias progresivas.

Según Rey (2001) Sostiene que la productividad ha ido evolucionando adaptándose a las necesidades de lucha de las industrias de los mercados. La productividad es el rendimiento de un buen incremento de la calidad de gestión y trabajo.

Según García (2011), La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. (p. 17).

Según Gutiérrez (2010), la productividad tiene k ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general la productividad, se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos recursos empleados. (p. 21).

### **1.3.2.2 Factores del Mejoramiento de la productividad**

Señala (Prokopenko 1989, p. 9), existen dos categorías principales de factores de productividad, son:

#### **Factores Externos (No controlables)**

Los factores externos son los que quedan fuera del control de una empresa determinada. Se clasifican en:

- Ajustes estructurales: Comprende (económicos, demográficos y sociales)
- Recursos naturales: Comprende (mano de obra, tierra, energía, materias primas)
- Administración pública e infraestructura: Comprende (mecanismos institucionales, políticas y estrategia, infraestructura, empresas públicas)

#### **Factores Internos (Controlables)**

Los factores internos son los que están ligados al control de la empresa. Se clasifican en:

- Factores duros: Comprende (producto, planta y equipo, tecnología, materiales y energía)
- Factores blandos: Comprende (personas, organización y sistemas, métodos de trabajo, estilos de dirección)

#### **1.3.2.3 Análisis de la Productividad:**

Según Gutiérrez (2010), es usual ver la productividad a través de 2 componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan las actividades planeadas. Así buscar la eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no hay desperdicios de los recursos, mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hace lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no están alcanzando los objetivos planeados. Por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y estos se deben alcanzar. (p.21)

Según Prokopenko (1989), El análisis de la productividad es importante para el mejoramiento de la productividad.

#### **1.3.2.4 Importancia de la Productividad**

(Quiroz J., 2007) La importancia de aplicar la productividad en las empresas es que aquellas que logren un nivel de productividad mayor al del promedio, tienden a contar con mayores márgenes de utilidad, y si dicha productividad crece más rápidamente que la de la competencia, los márgenes de utilidad se incrementarán todavía más.

La calidad y la productividad guardan una rotunda relación fundamental, la cual a su vez se ve reflejada en las empresas tanto en sus costos como en los niveles de servicios, lo cual termina reflejándose en la ventaja competitiva de las empresas.

Por ello la mejora de la calidad genera directamente un notable incremento en los niveles de productividad, contrariamente al mito difundido de que la mejoría de la



calidad afecta la productividad. La productividad mejorará notablemente cuando una empresa tenga una buena calidad en sus productos y procesos.

#### **1.3.2.5 Importancia de la Productividad en el Mantenimiento Industrial**

(Ocadiz, 2008) El mantenimiento en sí, es un medio de obtener mayor productividad para la empresa, al lograr mayores niveles de disponibilidad de los equipos productivos, lo cual incrementa la producción. Además, ayuda a mantener las condiciones adecuadas en los equipos para seguir los estándares de calidad del producto, y a reducir los costos de mantenimiento. Es importante la productividad en el área de mantenimiento, porque invirtiendo en la función de mantenimiento se logra mejorar los procesos productivos, haciéndolos más eficientes; mejorar la calidad del producto terminado según los requerimientos del cliente; se eliminan los costos por mantenimiento correctivo, tiempo muerto, mayor número de refracciones y piezas desperdiciadas; velocidad en el proceso de fabricación, etc.

(Clará D., 2013) La importancia del mantenimiento se refleja en proveer todos los medios necesarios para la conservación de los elementos físicos de una empresa, para que operen con la máxima eficiencia, seguridad y economía. En el mantenimiento existen dos objetivos fundamentales, el que se considera más importante es el de conservar el servicio que prestan maquinaria, equipos o instalaciones y en segundo plano la conservación y cuidado de los elementos mismos.

(Gurinder, 2006) Es importante la productividad en el área de mantenimiento, porque invirtiendo en la función de mantenimiento se logra mejorar los procesos productivos, haciendo los más eficientes; mejorar la calidad del producto terminando según los requerimientos del cliente; se eliminan costos por mantenimiento correctivo, tiempo muerto, mayor número de refacciones y piezas desperdiciadas; velocidad en el proceso de fabricación, etc.

#### **1.3.2.6 Dimensión: Eficiencia**

Según Prokopenko (1989), La Eficiencia denota fabricar bienes de excelente calidad en menos tiempo. (p. 4).

*Fórmula 4: Eficiencia*

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo Útil}}{\text{Tiempo Total}}$$

Fuente: Calidad Total y Productividad, 2010

De lo anterior, se considera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{H. maq. Utilizadas}}{\text{H. maq. Programadas}}$$

Leyenda:

H.máq. utilizadas= Horas de producción de la máquina

H.máq. programadas= Horas en el cual la máquina realiza su función

(Figuerola 2008) Forma de saber utilizar de manera correcta y óptima los recursos de la empresa para alcanzar los objetivos.

Según Hernández y Rodríguez (2012), la eficiencia es el cabal cumplimiento de los procedimientos y las reglas establecidas, así como la correcta utilización de los recursos asignados para el logro de las metas. (p. 20)

### **1.3.2.7 Dimensión: Eficacia**

Según Gutiérrez (2013). La eficacia es el grado con el cual las tareas o actividades planificadas son realizadas y las metas o resultados previstos son logrados en una empresa, los cuales son medidos en un determinado periodo de tiempo. Se atiende maximizando los resultados.

Según Hernández y Rodríguez (2012), la eficacia, es alcanzar los objetivos, sin priorizar el procedimiento y las normas. (p. 20).

Según Prokopenko (1989), define: La eficacia, como la medida en que se alcanzan las metas. (p. 5)

*Fórmula 5: Eficacia*

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidades producidas}}{\text{Cantidades proyectadas}}$$

Fuente: Gestión del montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas, 2013

Leyenda:

Cantidades producidas= Productos fabricados

Cantidades proyectadas= Producción programada

#### **1.4 Formulación del Problema:**

Teniendo como base los modelos de fabricación japonesa y la esencia de la Gestión de la Calidad, se ha visto necesario desarrollar, métodos y acciones para satisfacer al cliente por medio de mejoras continuas, con el fin de utilizar el mantenimiento productivo total el mismo que ayudara a la empresa a mantenerse en un mercado globalizado y competitivo, el cual exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

La gestión de calidad está orientada principalmente a la satisfacción del cliente y eso es lo que hace posible el sistema de producción esbelta, enfocadas al recurso humano implementado en la empresa, asimismo disminuirá sus defectos, aumentará su confiabilidad, etc. Todo esto para reaccionar con la mayor agilidad a los requerimientos del cliente y lograr su satisfacción de la manera más eficiente, y lo más importante, sus miembros estarán habituados de una cultura de “Mejora continua”.

##### **1.4.1 Problema General**

¿De qué manera la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de producción de spools en la empresa FIMA S.A.?

##### **1.4.2 Problemas Específicos**

¿De qué manera la aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.?

¿De qué manera la aplicación del TPM mejora la Eficacia en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.?

#### **1.5 Justificación del estudio:**

##### **1.5.1 Justificación Económica:**

Las empresas actualmente sobreviven si son competitivas y eficientes por eso se busca implementar el TPM para incrementar la eficiencia de los equipos y garantizar la productividad de la planta en la Empresa FIMA S.A. la cual tiene como objetivo mayor reducir las paradas de máquina ó paradas no programadas, además si para la maquina Vernon por falta de mantenimiento entonces para todos los procesos que le siguen en la fabricación de spools como: armado, soldado, calidad, pintura y almacén cabe mencionar que la hora de corte cuesta \$200 por ello la importancia de buscar solución a estas problemáticas ya que generan muchas pérdidas a la empresa también dentro de ellas no podemos dejar de mencionar que solamente se hace mantenimiento correctivo a la maquina cuando debía hacerse el mantenimiento preventivo ya que el primero me para la producción para arreglar la maquina mientras que lo segundo tienen graves consecuencias al final todo se va a resumir a que se va a buscar optimizar a través del mantenimiento y disponibilidad a la maquina por esto se verificaría directamente a lo económico porque se tratara de reducir las paradas de máquina que equivalentes en dinero es una pérdida considerable así sea solo 30 minutos, porque de por medio no solo está la maquina sino el operario y los procesos siguientes y eso a su vez genera que el producto salga fuera de tiempo en los procesos siguientes y en consecuencia la pérdida parcial o total del proyecto, así que incrementar la confiabilidad de la maquina junto a la eficacia también se mejora el capital económico de la empresa.

#### **1.5.2 Justificación Técnica**

EL presente análisis pretende mejorar la productividad de la Empresa Metalmecánica. Todo esto enfocado desde un punto de vista metodológico y con la filosofía del Mantenimiento Productivo Total.

#### **1.5.3 Justificación Social:**

Al tratar el Mantenimiento Productivo Total dentro de la empresa traerá consigo un sin fin de beneficios y no solo para la empresa sino en su conjunto para toda la organización incluido todos los rangos y niveles de los empleados, toda la metodología o todo lo que implica cambiar dentro de la organización se debe de realizar con el apoyo de los trabajadores y para ello se les tienen que brindar una

capacitación beneficiándose ellos con todo el conocimiento que se les brindara Y al aplicar lo que es el TPM en una constante.

## **1.6 Hipótesis:**

Tamayo (2010), afirma: “Es un enunciado de una relación entre dos ó más variables sujetas a una prueba empírica, una proposición enunciada para responder tentativamente a un problema”. (p. 120).

Hernández (2010), manifiesta: “Las hipótesis nos indica lo que estamos buscando o tratando de probar, y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigando formuladas a manera de proposiciones”. (p. 92).

### **1.6.1 Hipótesis General:**

La aplicación del TPM mejora la Productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas:**

La aplicación del TPM mejora la Eficiencia de la Productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.

La aplicación del TPM mejora la Eficacia de la Productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.

## **1.7 Objetivos:**

Según (Valderrama 2011), dice sobre los objetivos: “La determinación de los objetivos es la parte fundamental de toda investigación, ya que estos establecen los límites de la investigación; es decir, establecen hasta donde se desea llegar. Los objetivos son los cimientos de la estructura en la que se apoyara el resto de nuestra investigación, si estos son endebles, todas las etapas que le siguen lo serán”. (p. 135).

### **1.7.1 Objetivo General:**

Según (Valderrama 2011), señala: “El Objetivo General es lo que se pretende alcanzar de manera integral. El enunciado de las metas a lograr debe ser claro y

preciso, ya que las conclusiones se referirán al logro o fracaso de los mismos. Debe ser coherente con la formulación del problema general”. (p. 137).

Para el Proyecto de Tesis, se plantea como objetivo general:

Determinar cómo la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.

### **1.7.2 Objetivos Específicos:**

Dice (Valderrama 2011), que los Objetivos Específicos: “Deben derivarse del Objetivo General. Se deben elaborar, como mínimo, dos objetivos específicos: “a” y “b”. El específico “a” debe estar en relación con la variable independiente, y el específico “b”, con relación a la variable dependiente. Los objetivos Específicos deben ser concretos, y no redundar en frases largas”. (p. 137).

Para el Proyecto de Tesis, se ha desarrollado como Objetivos Específicos:

Determinar cómo la aplicación del TPM mejora la Eficiencia de la productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.

Determinar cómo la aplicación del TPM mejora la Eficacia de la productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A.

## **II. MÉTODO**

## **2. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.1 Diseño de Investigación**

Hernández (2010) sostiene que el diseño de investigación, plan o estrategia se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación. El diseño señala al Investigador lo que debe ser hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contesta las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto particular”. (p. 120)

“El termino experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias (Babbie, 2009). Este uso del término es bastante coloquial; así, hablamos de “experimentar” cuando mezclamos sustancias químicas y vemos la reacción provocada, o cuando nos cambiamos de peinado y observamos el efecto que suscita en nuestras amistades dicha transformación. La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados”. (Hernández, 2010, p. 121).

En esta investigación, el diseño a utilizar es pre experimental por que se analizara el pre test y post test a un solo grupo de control (máquina).

Por su alcance temporal, la investigación es longitudinal por que investiga al mismo grupo de estudio varias veces, la cual coincide con Valderrama (2011), quien sostiene y reafirma que es longitudinal porque analizan cambios a través del tiempo en determinadas variables o en relaciones entre las variables, recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos especificados para hacer deducciones respecto al cambio, sus determinantes o consecuencias. (p. 180).

### **Metodología**

Tamayo (1990) sostiene: La metodología constituye la médula espinal del proyecto; se refiere a la descripción de las unidades de análisis ó de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos de medición, los procedimientos y las técnicas de análisis (p. 91).



## **Tipo de Investigación**

Valderrama Santiago (2011, p. 164) manifiesta:

Menciona que cuando nos referimos a los tipos de investigación aludimos a la clasificación de la investigación. Tradicionalmente existen tres tipos de investigación, tienen objetivos y estrategias diferentes para llevar a cabo el proceso investigativo.

Por su finalidad ó propósito es aplicada, ya que se interesa en resolver problemas donde se apliquen los resultados alcanzados basados en la teoría y lograr ganancias económicas el cual concuerda con Best (1998, p.123) quien define a la Investigación Aplicada movida por el espíritu de la investigación fundamental, ha enfocado la atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías, se refiere a resultados inmediatos y se halla interesada en el perfeccionamiento de los individuos implicados en el proceso de la investigación.

Por su nivel ó profundidad es Explicativa, según Valderrama (2011, p. 173) los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, así como del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, se encarga de buscar el porqué del problema.

Por su enfoque ó naturaleza es Cuantitativa, se basa en el análisis fundamentado en aspectos observables y susceptibles de medición el cual utiliza pruebas estadísticas el mismo que coincide según Valderrama (2002, p. 106) se trata de proyecciones de planteamientos filosóficos que se caracterizan por usar la recolección y el análisis de datos para la formulación del problema de investigación, utiliza además los métodos ó técnicas estadísticas para contrastar la verdad ó falsedad de la hipótesis.

## **2.2 Variables Operacionalización**

**Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total**

El enfoque TPM, busca fortalecer, el rendimiento del equipo a su nivel máximo, sin averías, ni fallos, esta filosofía busca formar un enfoque integrado a través de una clara visión de mejora continua para el Mantenimiento Productivo Total. (Cuatrecasas, 2014 p. 45)

Menciona que el TPM se inclina a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia total del sistema productivo, instaurando una estructura que previene todas las pérdidas en las diversas operaciones de la compañía incluyendo cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida productivo, es aplicable a todas las diferentes áreas productivas y/o administrativas conjuntamente con la participación de todos los colaboradores desde las altas gerencias, ingenieros, supervisores, operarios hasta el personal de limpieza siendo todos pieza clave para lograr los objetivos de la compañía. El logro de cero pérdidas se da a mediante el trabajo de pequeños equipos. (Álvarez 2010, p. 20)

### **2.2.1 Variable Dependiente: La Productividad**

Mali en 1978 señaló: La productividad es la relación de la producción obtenida entre los insumos utilizados, es el desempeño alcanzado entre los recursos consumidos. La Productividad se expresa de la efectividad multiplicado por la eficiencia. A veces la productividad se confunde con el término producción erróneamente, entonces la producción es la actividad de producir bienes y servicios, en cambio LA PRODUCTIVIDAD relaciona la utilización eficiente y eficaz de los recursos al obtener bienes y servicios.

Tabla 8: Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	El TPM es una herramienta que abarca una serie de complementos que corregidos y reunidos de forma correcta da como resultado la competitividad y calidad en la organización, elimina sistemáticamente las deficiencias operacionales (Chen Lia – Xia 2011, p. 137)	Sistema basado en actividades que mejoraran la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas.	CONFIABILIDAD	$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\%$ <p>MTBF= Tiempo medio entre fallas (t. Operación/ n° fallas)</p> <p>MTTR= Tiempo promedio de reparación (t. reparación/ n° fallas)</p>	RAZÓN
			DISPONIBILIDAD	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{T. operacion} - \text{horas parada}}{\text{T. Operacion}} * 100\%$ <p>Horas paradas= Horas máquina sin funcionar</p>	RAZÓN
LA PRODUCTIVIDAD	La Productividad mide el cumplimiento de los objetivos, rendimiento y optimización de los recursos utilizados, debido a los estándares de fabricación es importante su trazabilidad (López, 2013, pp. 45-50)	La Productividad es la relación de lo producido por los recursos utilizados, en esta oportunidad se presenta como la eficiencia en la relación a la eficacia	EFICIENCIA	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{H. maq. Utilizadas}}{\text{H. maq. programadas}}$ <p>H. máq. Utilizadas= Horas de producción de la máquina</p> <p>H. máq. Programadas= Horas en el cual la máquina realiza su función</p>	RAZÓN
			EFICACIA	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidades producidas}}{\text{Cantidades proyectadas}}$ <p>Cantidades producidas= Productos fabricados</p> <p>Cantidades proyectadas= Producción programada</p>	RAZÓN

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3 Población, muestra, muestreo**

### **2.3.1 Población**

Valderrama (2011) dice que la población:” es el conjunto de la totalidad de las medidas de las variables en estudio, en cada una de las unidades del universo.

Es decir es el conjunto de valores que cada variable toma en las unidades que conforman el universo” (p. 182).

La población que se estudiará será la producción de la línea de spools por un periodo de 30 días de producción con 8 horas de trabajo diario desde las 7.30 am hasta las 5.36 pm y 5 horas los días sabados, en la empresa Fima S.A.

### **2.3.2 Muestra**

Según Valderrama (2011), la muestra es un conjunto representativo de un universo ó población. Es representativo porque refleja fielmente las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede, si la muestra no es representativa de la población, las conclusiones que se pueden extraer de las mismas serán poco fiables y simplemente, nos inducirán al error. (p.184).

La muestra se obtendrá antes y después del uso de la herramienta durante un periodo de tiempo de 30 días antes y 30 días después de realizar la implementación.

### **2.3.3 Muestreo**

Según Valderrama (2011), el muestreo es el proceso de selección de una parte representativa de la población, un parámetro es un valor numérico que caracteriza a la población que es objeto de estudio. (p. 188).

Tamayo (1990) sostiene del muestreo: “Es la selección de las subpoblaciones del tamaño muestral, a partir de los cuales se obtendrá los datos que servirán para comprobar la verdad o falsedad de las hipótesis y extraer inferencias acerca de la población de estudio” (p. 147).

No hay muestreo por motivo de que la población y la muestra son iguales.

#### **2.3.4 Criterios de Inclusión y Exclusión**

Para el criterio de inclusión, tomaremos todos los días laborables de Lunes a Viernes a partir de las 7.30 hasta las 5.36 pm y Sábados de, se excluirán los feriados y días no laborables.

#### **2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Hernández Sampieri (2010, p. 198), dice: “De acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis, la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos, recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzca a reunir datos con un propósito específico”.

##### **a) Fuentes Primarias**

###### **-Observación**

Valderrama (2011), señala “La Observación consiste en el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos y situaciones observables a través de un conjunto de dimensiones e indicadores. Emplearemos esta técnica que consistirá en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso; tomar información y registrarla para su posterior análisis. Pero fundamentalmente se observará con un objetivo claro, definido y preciso el aspecto motivacional, lo cual implica que se debe preparar cuidadosamente el instrumento de observación”. (p. 408).

###### **-Encuestas**

Valderrama (2011), señala “Las encuestas son cuestionarios para medir actitudes”. (p. 408).

##### **b) Fuentes Secundarias**

###### **-Bibliotecas, tesis.**

Valderrama (2011), señala “La Tesis son datos estadísticos para los antecedentes”. (p. 408).

-Hemerotecas. Revistas, diarios, periódicos, etc.

Se ejecutó la recolección de datos para poder realizar nuestro estudio de investigación para luego analizar los resultados.

Se hizo la recolección de datos en base a la información de datos que se obtuvo de la empresa, por ello es confiable.

## **2.5 Método de Análisis de Datos:**

### **2.5.1 Situación Actual**

Descripción de la empresa

Fima S.A es una empresa industrial metalmecánica con RUC: 20196629000, dedicada a la fabricación, montaje, y puesta en marcha de equipos y componentes metálicos para los sectores: Minería, Energía, Gas y Petróleo, etc.

La empresa se ubica en la ciudad de Lima en la provincia Constitucional del Callao, pertenece al sector Metalmecánica con actividad comercial desarrollo de fabricación de diferentes tipos de maquinaria.

Misión

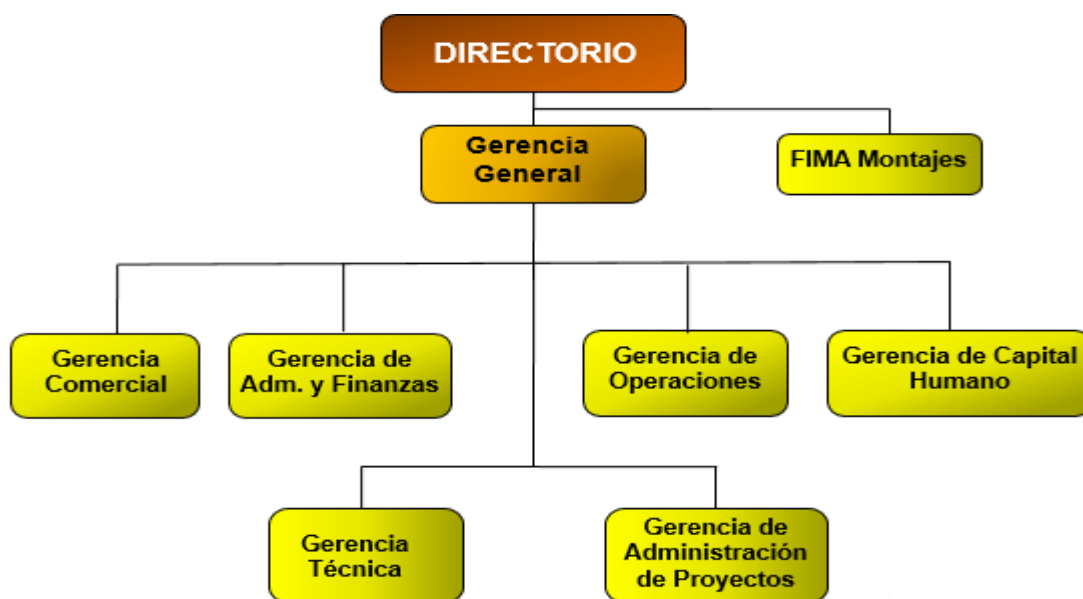
Producir y suministrar equipos mecánicos, componentes y servicios complementarios para diferentes sectores productivos, ofreciéndoles soluciones tecnológicas integrales y relaciones de largo plazo.

Visión Somos una empresa comprometida con el progreso social, con presencia activa y liderazgo en el mercado mundial y que convierte los sueños de sus clientes en realidad.

Organigrama de Fima S.A

De acuerdo a la información proporcionada por la empresa, se ve claramente la estructura de la organización está liderada por el directorio, posteriormente la gerencia general está al mismo nivel que el del área de Fima Montajes, luego se refleja que cada departamento tiene su propia gerencia.

Figura 7: Organigrama de Fima S.A



Fuente: Fima S.A

Fima S.A fue constituida en 1969, dentro de sus actividades productivas viene fabricando spools ó tuberías, estos se usan en operaciones industriales para movilizar ó distribuir el material por tuberías de un lugar a otro en plantas de almacenamiento y equipos, ya sea líquido, gaseoso ó sólido, desde el lugar de su extracción a la superficie, los spools se fabrican mediante planos de ingeniería de detalle, un spool, carrete ó tramo de tubería esta soldado ó unido a cualquier accesorio (caps, reducciones, bridas, olets, etc), siendo de diversos tamaños y formas según se requiera. Aproximadamente la fabricación de spools es el 60% de su carga total de trabajo. La baja productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa, se debe a una serie de factores internos el mayor problema son las paradas de máquina de la cortadora automática Vernon por el mantenimiento correctivo que está aplicando en la máquina es decir esperan a que se malogre la máquina y recién los operarios reportan el problema ocurrido en pleno trabajo al supervisor este inmediatamente recién llama al personal de mantenimiento para que haga las reparaciones correspondientes, cabe recalcar que a veces este personal no está disponible porque está en otra planta y eso hace que se demore en venir y que la máquina esté parada, el personal también,





Testing Materials) Asociación Americana de Ensayo de Materiales, a continuación se visualiza las nomenclaturas de las normas indicadas:

*Tabla 9: Normas Normalizadas de Tubos y accesorios usadas en la fabricación de spools*

NORMAS	ASTM A 53	ANSI B 16.47	ASME B 16.9
<b>Tubos</b>	✓		
<b>Bridas</b>		✓	
<b>Codos</b>			✓

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 9: Spools*

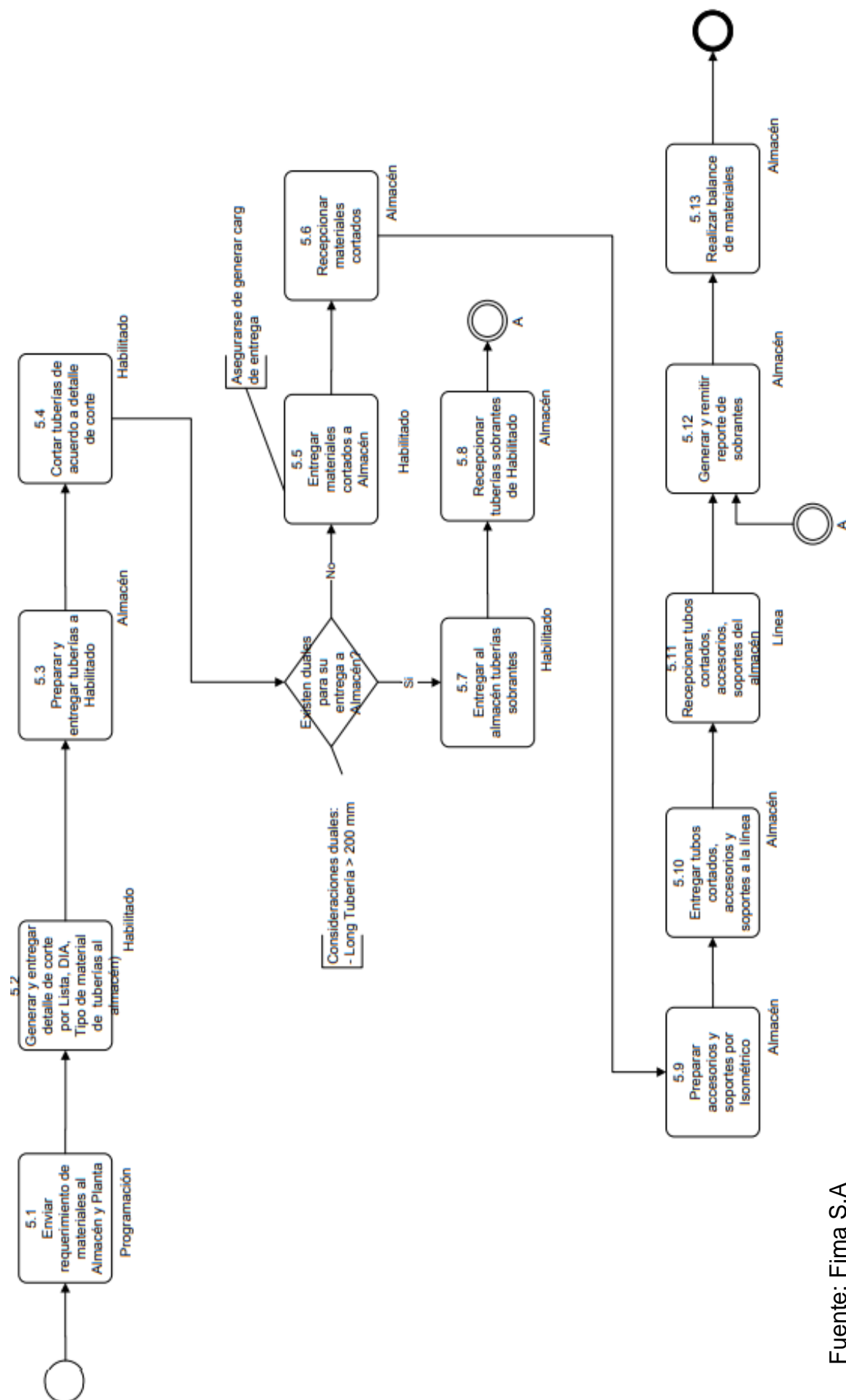


Fuente: Fima S.A

### 2.5.1.2 Descripción del Proceso Productivo

Fima cuenta con diversas áreas de donde se realizan trabajos de calderería (armado de spools) y de soldadura (soldado de spools). La empresa tiene especial cuidado durante el proceso de fabricación de spools, para ello tiene en cuenta las especificaciones, normas, pruebas de calidad.

Figura 10: Manejo de Materiales en línea de spools - Talara



Fuente: Fima S.A

La producción de spools depende del pedido del cliente, para eso primero es esencial ganar licitaciones después de ello se procederá:

### **Primera Etapa:**

Se efectúan los siguientes procesos:

- Planificación de la producción
- Programar la producción
- Ingeniería (generación de planos de ingeniería de detalle)
- Aprovisionamiento de materia prima ó compra

### **Segunda Etapa:**

Empieza la producción de spools en planta.

Para la fabricación de spools se lleva a cabo operaciones de calderería, soldadura, inspecciones de calidad, pintura, almacén.

#### **a) Habilitado:**

Área donde se cortan los tubos despachados del almacén con las diversas formas según plano requerido del cliente.

- 1) Corte de Tubos: La máquina Vernon es la encargada de hacer los diferentes cortes a los tubos, para ello es importante leer los planos en su totalidad.

*Figura 11: Spools en el área de armado*



Fuente: Fima S.A

### **b) Calderería / Soldadura / Calidad (área spools)**

Área de spools abarca la construcción de tubos con accesorios además de: refuerzos, intersecciones, soportes, para eso se requiere de:

- 1) Armado: Se da entre la unión de un tubo y algún accesorio (olets, bridas, codos, etc) mediante el apuntalado. La cantidad de puntos para apuntalar cada junta es de acuerdo al diámetro de spools que necesite armarse. Cabe recalcar que en el caso de unir un tubo con brida, para ello hay dos tipos de bridas más comunes de junta diferente como: brida slip on y brida welding net. Luego de realizar el armado de spools, la pieza se traslada con montacarga, al área de soldadura por el maniobrista.
- 2) Soldadura: Se da después del armado, luego se procede a leer el plano y leer las indicaciones de soldadura que en ésta se especifica, posteriormente se realizan pruebas de ensayo no destructivo en el cual se vierte líquidos penetrantes cuyo fin es la detección de discontinuidades existentes en la soldadura. Seguidamente se realiza pruebas con rayos X.
- 3) Pintura: Por consiguiente, los spools son trasladados al área de pintura en el cual primero se granalla para eliminar las asperezas del tubo y así la superficie quede limpia y apta para proceder a pasar la pintura base denominada Inorgánico Zinc, seguidamente se expondrá al aire para que logre secarse, luego se pintara con pintura de acabado Amerlock 400. Más tarde se generará prueba de calidad a los spools el cual determinará su liberación en caso se apruebe como spool apto, luego se cubre los spools para evitar el polvo y se instala en el área de espera como spool terminado.

*Figura 12: Área de Corte de Tubos*



Fuente: Fima S.A



**Tercera Etapa:**

En esta etapa solo queda entregar los spools solicitados por el cliente y existen de dos formas: que la empresa lleve los spools ó que el cliente lleve el producto.

**2.5.1.3 Descripción de la Máquina Vernon**

La Máquina Vernon es la encargada de habilitar (Cortar) las tuberías. A continuación, las características de la máquina Vernon:

*Tabla 10: Datos de máquina Vernon*

Marca	Vernon Tool
Nombre del Equipo	Cortadora de Tubos
Modelo	MPM4 - 0348
N° de serie	6248
Dimensiones	39m x 4m
Capacidad en kw	15 kw
-----	
Motor movimiento vertical (estructura de antorcha)	Marca: Glentek
Reductor movimiento vertical (estructura de antorcha)	Marca: Boston Gear

Fuente: Fima S.A

*Figura 13: Máquina Vernon*



Fuente: Fima S.A

*Figura 14: Operario manipulando la Vernon*

Fuente: Fima S.A



#### **2.5.1.4 Descripción del Mantenimiento de la Empresa**

El área de habilitado de tubos aplica solo el mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Correctivo:

Se menciona que este mantenimiento se efectúa después de averiarse la máquina, consiste en repararla y reponerla con el fin de que siga trabajando en las condiciones anteriores a la falla.

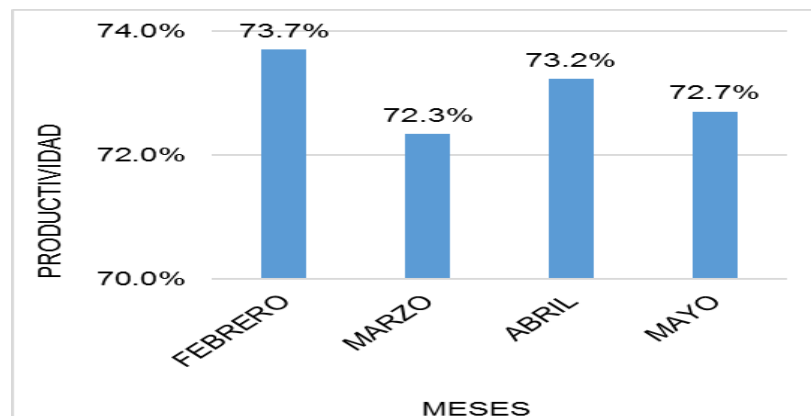
Los operarios de la empresa notifican los problemas que presentan las máquinas al supervisor del área quien es el que efectúa la labor de mantenimiento correctivo, es decir repara la máquina y posteriormente realiza el llenado en el cuaderno de incidencias. En caso que las maquinarias presenten problemas de gran complejidad, el supervisor solicita el servicio de un técnico de mantenimiento, esto involucra que el tiempo de reparación de la máquina sea mayor.

Además, el personal de la organización no cuenta con programas de capacitación acerca de la manipulación de las máquinas y su mantenimiento, generalmente aprenden en base al ensayo - error.

### 2.5.1.5 Descripción del Problema

La empresa Fima S.A manifiesta diferentes problemas en el proceso productivo, que imposibilita el optimo funcionamiento de la maquina Vernon. Por ello Mediante la herramienta diagrama de Ishikawa, se pudo detectar: paradas de la maquina Vernon, mayor capacitacion a los operarios a fin de que puedan detectar problemas y solucionarlos, la falta de un Plan de mantenimiento son los problemas con mayor índice de pérdidas de producción generando una baja productividad , el mismo que se muestra entre los meses de Febrero a Mayo.

*Figura 15: Productividad de los meses de Febrero a Mayo*



Fuente: Elaboración Propia

En las Figuras 16, 17, 18, 19 se pueden visualizar que aún falta condiciones de limpieza.

*Figura 16: Falta condiciones de limpieza*



Fuente: Fima S.A



*Figura 17: Falta condiciones de limpieza*

Fuente: Fima S.A



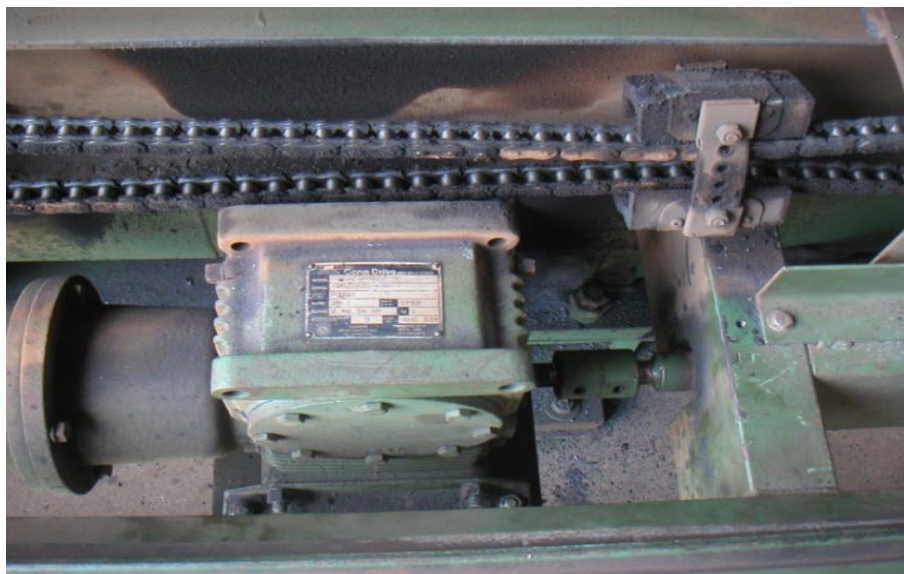
*Figura 18: Falta condiciones de limpieza*

Fuente: Fima S.A



*Figura 19: Falta condiciones de limpieza*

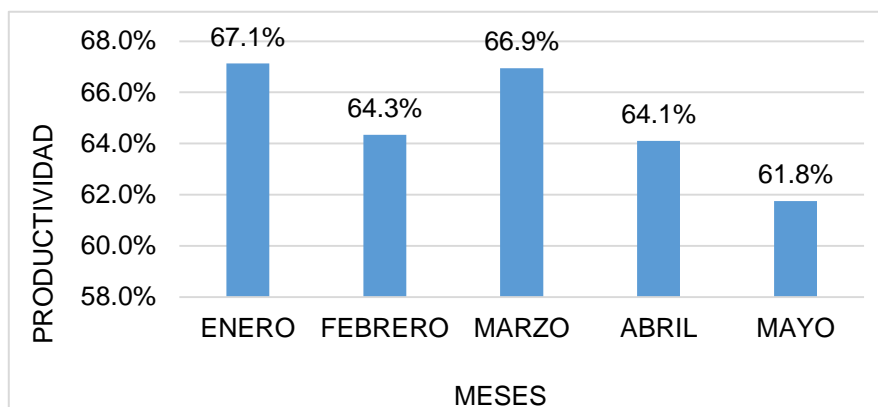
Fuente: Fima S.A





A continuación se detalla el número de fallas por meses tomado de la base de datos para esta investigación entre los meses de Enero a Mayo del año 2017

*Figura 20: Número total de fallas desde Enero a Mayo 2017*



Fuente: Elaboración Propia

Los registros de datos de tiempos de reparación en los 30 días se registraron 58 averías se muestran a continuación en la Tabla 11 de registro de averías, los cuales generan las paradas de máquinas usuales.

*Tabla 11: Registro de Averías*

Día	Componentes averiados	Tarea	Tiempo de Reparación (Hrs)
1	Sistema hidráulico	Verificar amperímetro de motor hidráulico	2
1	Rodillos de transporte ingreso	Cambio de cadenas de transmisión	2
2	Cabina principal	Revisar estado de contactor de bomba hidráulica, revisar desgaste de contactos	2
2	Rodillos de transporte ingreso	Cambio de chumaceras	3
3	Motor transporte de ingreso	Cambio de rodamientos	1.5
4	Reductor de ingreso	Cambio de aceite	1
4	Cabina principal	Revisar estado de conectores eléctricos de cabina	2

4	Rodillos transporte zona corte	Cambio de rodamientos	1
5	Rodillos de transporte ingreso	Cambio de rodamientos	1
5	Sistema hidráulico	Realizar análisis de vibración de motor hidráulico.	2
6	Rodillos transporte zona corte	Cambio de acoplamiento	0.5
6	Motor transporte zona corte	Cambio de rodamientos	0.25
6	Reductor zona de corte	Cambio de aceite	0.25
7	Motor transmisión eje X, rotación	Cambio de rodamientos	3
7	Consola móvil	Revisar estado de cables, y conectores.	3
8	Reductor transmisión eje X, rotación	Cambio de rodamientos	2
8	Transmisión de eje X, rotación	Ajuste de acoplamientos y pernos de sujeción	1
9	Motor elevación corte	Cambio de rodamientos	0.25
9	Reductor de elevación corte	Cambio de aceite	0.25
9	Motor inclinación corte	Cambio de rodamientos	0.5
10	Rodillos de transmisión salida	Cambio de rodamientos	2.5
11	Cilindro hidráulico de salida	Cambio de kit de repuestos	1.5
12	Reductor de salida	Cambio de aceite	0.5
12	Motor bomba hidráulica	Cambio de rodamientos	0.25
12	Mangueras hidráulicas	Cambio de mangueras	0.25
13	Bomba hidráulica	Cambio de rodamientos	1
13	Mangueras hidráulicas	Inspección y verificación de estado y fugas	1
14	Tanque hidráulico	Cambio de filtro de aceite	0.5
14	Tablero eléctrico	Limpieza y ajustes de terminales	0.5
14	Cabina principal	Medir temperatura de transformador de control principal	0.5
15	Fuente de plasma	Cambio de pernos de sujeción	1

15	Plataforma de ingreso	Lubricación de chumaceras	1
16	Fuente de plasma	Cambio de cubiertas protectoras	1.5
17	Consola de gases	Mantenimiento de consola de gases	4
18	Cabina principal	Instalación de sistema	3
19	Sistema eléctrico	Limpieza y ajuste de terminales de tablero eléctrico	2
19	Plataforma de ingreso	Lubricación de cadenas de transmisión	1.5
20	Plataforma de corte	Verificación de conexiones de los cilindros hidráulicos	2
21	Sistema de corte	Verificación de estado de componentes	4
22	Plataforma de salida	Lubricación de cadenas de transmisión	0.5
22	Sistema hidráulico	Verificación de tanque hidráulico	0.5
22	Sistema eléctrico	Verificación de estado de componentes electrónicos	0.5
23	Plataforma de salida	Verificación de estado de componentes	2
23	Fuente de plasma	Cambio de antorcha	0.5
24	Plataforma de ingreso	Lubricación de pivot de sist. de elevación	4
25	Consola móvil	Revisar carril de desplazamiento se encuentre libre de óxido y residuos.	0.5
25	Sistema de movimiento de material	Revisar estado de cadenas y catalinas, estado de chavetas.	0.5
25	Sistema hidráulico	Verificar temperatura de motor hidráulico	1
26	Rodillos transporte zona corte	Cambio de chumaceras	1
26	Consola móvil	Revisar el correcto funcionamiento de ventiladores	0.5
27	Rodillos de corte de eje X	Revisar estado de conectores, cables.	1
27	Sistema de movimiento de material	Revisar estado de templadores de cadena, revisar desgaste.	1.5
28	Consola móvil	Verificar que la mica protectora de pantalla no opaque la visibilidad al operador.	0.5

28	Sistema elevador de material	Revisar nivel de aceite.	1
29	Cabina principal	Revisar estado de contactor principal, revisar desgaste de contactos	2
29	Reductor de ingreso	Cambio de rodamientos y retenes	1
30	Cabina principal	Revisar estado de reley de control.	1
30	Sistema elevador de material	Revisar estado de ejes y transmisión de movimiento.	1

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 12 se registraron los datos de tiempo de operación, Tiempo de reparación, n° de fallas, horas máquina programada, tiempo promedio entre fallas, tiempo programado de reparación lo cual con todos estos registros nos permite conocer la confiabilidad y disponibilidad de la máquina Vernon.

*Tabla 12: Registro de Mediciones de la Máquina Confiabilidad y Disponibilidad*

Dia	To	Tr	N° Fallas	H.máq prog.	MTBF	MTTR	Confiabilidad	Disponibilidad
1	16	4	2	20	8.00	2.00	80.00%	75.00%
2	15	5	1	20	15.00	5.00	75.00%	66.67%
3	18.5	1.5	2	20	9.25	0.75	92.50%	91.89%
4	16	4	2	20	8.00	2.00	80.00%	75.00%
5	16.5	3.5	3	20	5.50	1.17	82.50%	78.79%
6	4	1	3	5	1.33	0.33	80.00%	75.00%
7	14	6	1	20	14.00	6.00	70.00%	57.14%
8	17	3	2	20	8.50	1.50	85.00%	82.35%
9	18	2	1	20	18.00	2.00	90.00%	88.89%
10	17.5	2.5	1	20	17.50	2.50	87.50%	85.71%
11	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
12	3	2	1	5	3.00	2.00	60.00%	33.33%
13	18	2	3	20	6.00	0.67	90.00%	88.89%
14	18.5	1.5	4	20	4.63	0.38	92.50%	91.89%
15	18	2	1	20	18.00	2.00	90.00%	88.89%
16	3.5	1.5	1	5	3.50	1.50	70.00%	57.14%
17	16	4	1	20	16.00	4.00	80.00%	75.00%
18	17	3	2	20	8.50	1.50	85.00%	82.35%
19	16.5	3.5	1	20	16.50	3.50	82.50%	78.79%
20	18	2	3	20	6.00	0.67	90.00%	88.89%
21	16	4	1	20	16.00	4.00	80.00%	75.00%
22	3.5	1.5	3	5	1.17	0.50	70.00%	57.14%
23	17.5	2.5	1	20	17.50	2.50	87.50%	85.71%
24	16	4	3	20	5.33	1.33	80.00%	75.00%
25	18	2	1	20	18.00	2.00	90.00%	88.89%
26	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
27	17.5	2.5	2	20	8.75	1.25	87.50%	85.71%
28	3.5	1.5	3	5	1.17	0.50	70.00%	57.14%
29	16	4	1	20	16.00	4.00	80.00%	75.00%
30	17.5	2	1	20	17.50	2.00	89.74%	88.57%

Fuente: Elaboración Propia

Legenda:

To: Tiempo de operación de la máquina

Tr: Tiempo de reparación de la máquina

H.máq. prog: Horas de máquina programada

MTBF: Tiempo promedio entre fallas ( $To / n^{\circ} \text{ fallas}$ )

MTTR: Tiempo promedio de reparación ( $Tr / n^{\circ} \text{ de fallas}$ )

Confiabilidad:  $(MTBF / (MTBF + MTTR)) * 100\%$

Disponibilidad:  $(T. \text{ operación} - \text{horas paradas}) / (T. \text{ operación} * 100\%)$

En la Tabla 13 se registraron los datos de horas máquina utilizada, horas máquina programada, cantidad proyectada, cantidad producida, lo cual todos estos registros nos permite conocer la eficiencia y eficacia de la máquina Vernon.

*Tabla 13: Registro de Mediciones de la Máquina Eficiencia y Eficacia*

Día	H.máq. Programada	H.máq. Utilizada	Eficiencia	Cant. Proyectada	Cant. Producidas	Eficacia
1	20	17.5	0.88	1500	1288	0.86
2	5	4	0.80	750	546	0.73
3	20	17	0.85	1500	1351	0.90
4	20	18	0.90	1500	1373	0.92
5	20	17	0.85	1500	1357	0.90
6	20	18	0.90	1500	1318	0.88
7	20	18	0.90	1500	1353	0.90
8	5	3.5	0.70	750	613	0.82
9	20	14	0.70	1500	1355	0.90
10	20	16	0.80	1500	1376	0.92
11	20	16	0.80	1500	1390	0.93
12	20	18	0.90	1500	1373	0.92
13	20	15	0.75	1500	1334	0.89
14	5	4	0.80	750	630	0.84
15	20	18	0.90	1500	1303	0.87
16	20	16	0.80	1500	1386	0.92
17	20	16	0.80	1500	1377	0.92
18	20	15	0.75	1500	1240	0.83
19	5	3.5	0.70	750	651	0.87
20	20	17.5	0.88	1500	1360	0.91
21	20	15	0.75	1500	1300	0.87
22	20	17	0.85	1500	1340	0.89
23	20	16.5	0.83	1500	1328	0.89
24	20	17	0.85	1500	1367	0.91
25	5	3.5	0.70	750	680	0.91
26	20	15	0.75	1500	1322	0.88
27	20	16	0.80	1500	1341	0.89
28	5	3.5	0.70	1500	1338	0.89
29	20	17	0.85	1500	1364	0.91
30	20	18.5	0.93	1500	1350	0.90
<p>Leyenda:</p> <p>H.máq. prog: Horas de máquina programada</p> <p>Eficiencia (H.máq. Utilizada/H.máq. Programada)</p> <p>Eficacia (Cant. Producida/Cant. Proyectada)</p>						

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 14 cuadro resumen de mediciones de la máquina Vernon se puede visualizar la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia, eficacia y productividad.

*Tabla 14: Cuadro Resumen de Registro de Mediciones de la Máquina*

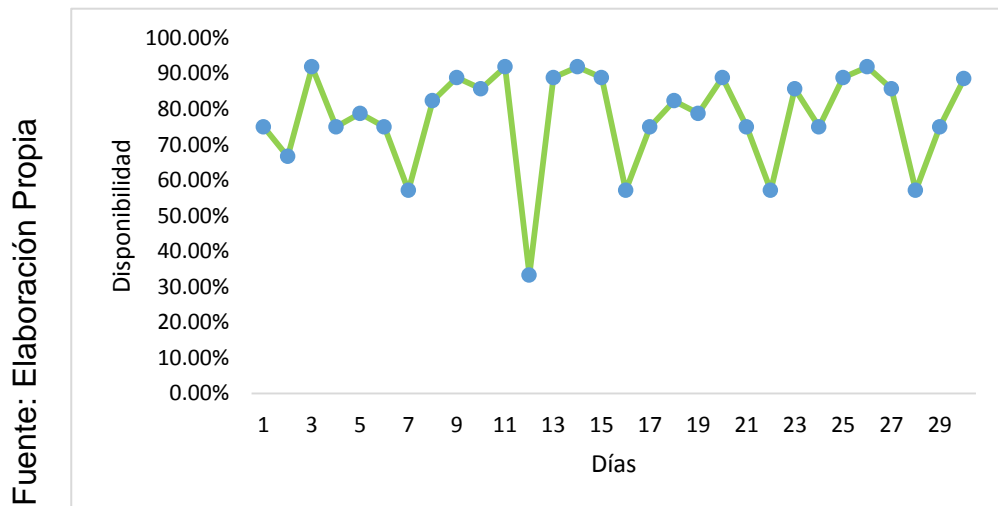
Dia	Confiabilidad	Disponibilidad	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	80.00%	75.00%	0.88	0.85	0.74
2	75.00%	66.67%	0.80	0.73	0.58
3	92.50%	91.89%	0.85	0.90	0.77
4	80.00%	75.00%	0.90	0.92	0.82
5	82.50%	78.79%	0.85	0.90	0.77
6	80.00%	75.00%	0.90	0.88	0.79
7	70.00%	57.14%	0.90	0.90	0.81
8	85.00%	82.35%	0.70	0.82	0.57
9	90.00%	88.89%	0.70	0.90	0.63
10	87.50%	85.71%	0.80	0.92	0.73
11	92.50%	91.89%	0.80	0.93	0.74
12	60.00%	33.33%	0.90	0.92	0.82
13	90.00%	88.89%	0.75	0.89	0.67
14	92.50%	91.89%	0.80	0.84	0.67
15	90.00%	88.89%	0.90	0.87	0.78
16	70.00%	57.14%	0.80	0.92	0.74
17	80.00%	75.00%	0.80	0.92	0.73
18	85.00%	82.35%	0.75	0.83	0.62
19	82.50%	78.79%	0.70	0.87	0.61
20	90.00%	88.89%	0.88	0.91	0.79
21	80.00%	75.00%	0.75	0.87	0.65
22	70.00%	57.14%	0.85	0.89	0.76
23	87.50%	85.71%	0.83	0.89	0.73
24	80.00%	75.00%	0.85	0.91	0.77
25	90.00%	88.89%	0.70	0.91	0.63
26	92.50%	91.89%	0.75	0.88	0.66
27	87.50%	85.71%	0.80	0.89	0.72
28	70.00%	57.14%	0.70	0.89	0.62
29	80.00%	75.00%	0.85	0.84	0.72
30	89.74%	88.57%	0.93	0.90	0.83

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se hará el análisis de los siguientes indicadores:

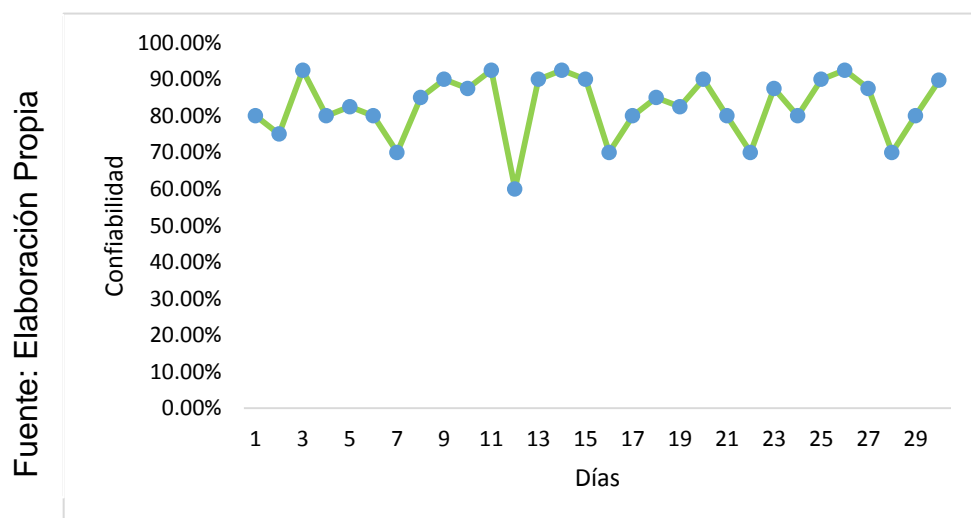
En la Figura 21 se observa los porcentajes de disponibilidad de la Máquina Vernon, es decir la probabilidad de que funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido. La disponibilidad promedio analizado en 30 días es 77.79%.

*Figura 21: Disponibilidad de la Máquina Vernon durante 30 días*



En la Figura 22 se observa los porcentajes de confiabilidad de la Máquina Vernon, es decir de que cumpla las funciones para las cuales fue diseñada sin averiarse durante un tiempo y en condiciones normales. La confiabilidad promedio analizado en 30 días es 82.74%.

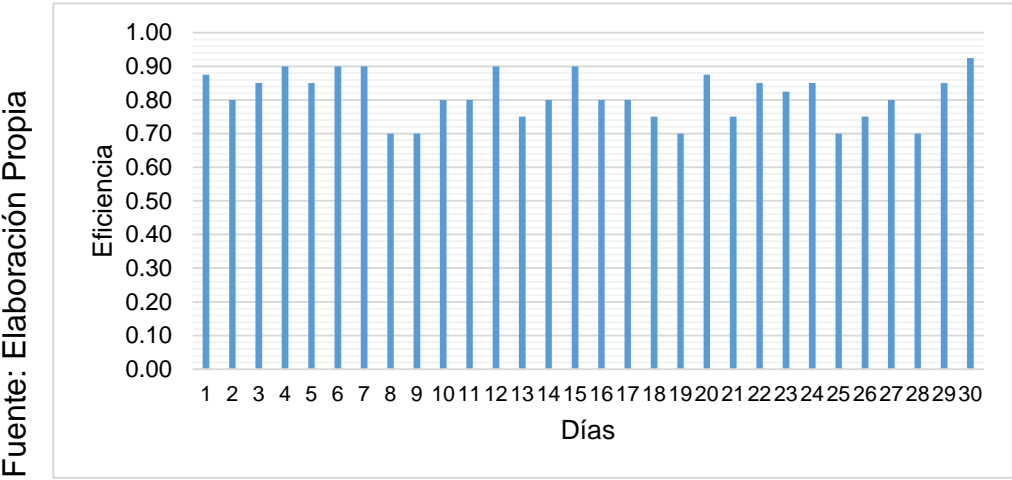
*Figura 22: Confiabilidad de la Máquina Vernon durante 30 días*





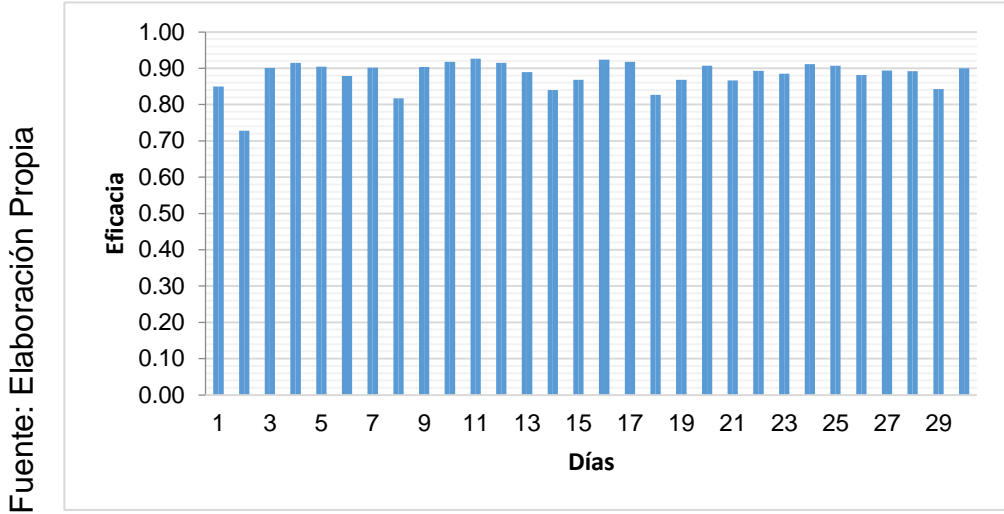
En la Figura 23 se observa la variación de Eficiencia de la Máquina Vernon. La Eficiencia promedio analizado en 30 días es 81

*Figura 23: Eficiencia de la Máquina Vernon durante 30 días*



En la Figura 24 se observa la variación de la Eficacia de la Máquina Vernon. La eficacia promedio analizado es 88 en 30 días.

*Figura 24: Eficacia de la Máquina Vernon durante 30 días*



## 2.6 Aspectos Éticos:

La ética es un valor que se promueve mucho en todos los entornos, la universidad hace hincapié en este tema ya que considera de suma importancia en la formación académica de lo que es correcto. Por lo tanto, para el desarrollo de este proyecto de tesis se ha tomado datos reales y veraces de la base de datos

de diferentes fuentes de la empresa. Se concluye que se ha desarrollado conforme los aspectos éticos aprendidos en toda mi formación académica.

## **2.7 Desarrollo de la Propuesta**

### **2.7.1 Propuesta de Mejora**

El plan de mejora de la presente investigación involucra alcanzar los objetivos planteados inicialmente que son: mejorar la eficiencia, la eficacia y la productividad de la empresa.

Mediante un análisis de la situación actual de la empresa, se pudo evidenciar que los problemas que existen en ella son los constantes y amplios tiempos de reparación ocasionados por las averías de la máquina que surge por falta de mantenimiento e inadecuada manipulación por parte del personal, acentuándose con la complejidad del problema.

#### **2.7.1.1 Etapas de la Implementación del TPM**

El Plan de la propuesta nos permitirá conocer, organizar y planificar, para un mejor entendimiento se desarrollará en cuatro fases: Preparación, Introducción, Implantación, Consolidación. Estas fases se descompondrán en un total de 12 etapas, abarcando temas desde la decisión de aplicar una política de TPM, implantar el Mantenimiento Preventivo tanto como el Mantenimiento Predictivo hasta la Consolidación del TPM y elevación de metas.

Tabla 15: Etapas de la implantación del TPM

Fase	Etapas	Aspectos de Gestión
<b>1.- Preparación</b>	1.- Decisión de aplicar el TPM en la Empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2.- Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM
	3.- Estructura promocional del TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM . Crear una oficina de promoción del TPM
	4.- Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados
	5.- Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello
<b>2.- Introducción</b>	6.- Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas
<b>3.- Implantación</b>	7.- Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8.- Desarrollar un programa de mantenimiento autonomo	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada
	9.- Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo o el predictivo
	10.- Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente
	11.- Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad
<b>4.- Consolidación</b>	12.- Consolidación del TPM y elevación de metas	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA

Fuente: Cuatrecasas TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de Producción, 2000

A continuación, describiré la Programación del TPM:

### Fase de Preparación:

Esta etapa es esencial para estructurar la planificación del Plan TPM que evite futuras modificaciones durante su implantación (Cuatrecasas, 2000, p. 40).

### **Etapla 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM**

La alta dirección debe informar a todos empleados y órganos empresariales de su intención de implantar el TPM y transmitir su entusiasmo por el proyecto. Esto puede llevarse a cabo a través de reuniones internas, boletines informativos, etc. donde se explica el concepto, metas y resultados (Cuatrecasas, 2000, p. 40).

### **Etapla 2: Información sobre TPM**

Se consigue mediante la realización de campañas informativas que pretenden hacer comprender a todo el personal, sea cual sea su nivel y responsabilidad, el porqué de la introducción del TPM en la organización. Además de garantizar de esa forma los beneficios de la aplicación del TPM en la empresa (Cuatrecasas, 2000, p. 40).

### **Etapla 3: Estructura promocional del TPM**

La promoción del TPM se lleva a cabo a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización (Cuatrecasas, 2000, p. 41).

#### **La Mejora Orientada:**

Es importante tomar en cuenta la preparación física y mental al realizar cualquier proyecto nuevo, los pequeños grupos deben prepararse en:

- Entender la filosofía de la mejora orientada
- Entender el significado de las pérdidas y mejorar el OEE.
- Comprender el proceso de producción
- Recabar base de datos sobre fallos, problemas y pérdidas.
- Establecer técnicas de análisis y reducción fallos, pérdidas
- Visualizar lugar de trabajo a fin de emitir propuestas de mejora

*Tabla 16: Procedimiento paso a paso para la mejora orientada*

<b>Actividad / Paso</b>	<b>Detalle</b>
Paso 0: selección de tema de mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar y registrar tema</li> <li>2. Formar equipo de proyecto</li> <li>3. Planificar actividades</li> </ol>
Paso 1: Comprender la Situación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar procesos cuello de botella</li> <li>2. Medir fallos, defectos y otras pérdidas</li> <li>3. Usar líneas de fondo para establecer objetivos</li> </ol>
Paso 2: Descubrir y eliminar anormalidades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sacar a la luz infatigablemente todas las anormalidades</li> <li>2. Restaurar el deterioro y corregir las pequeñas deficiencias</li> <li>3. Establecer las condiciones básicas del equipo</li> </ol>
Paso 3: Analizar las causas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estratificar y analizar pérdidas</li> <li>2. Aplicar técnicas analíticas (análisis P-M, FTA, etc)</li> <li>3. Emplear tecnología específica, fabricar prototipos, conducir experimentos</li> </ol>
Paso 4: Plan de Mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar propuestas de mejora y preparar planos</li> <li>2. Comparar la eficacia y costes de las propuestas alternativas y compilar presupuestos</li> <li>3. Considerar los efectos peligrosos y desventajas posibles</li> </ol>
Paso 5: Implantar mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar Plan de Mejora (Implantarlo)</li> <li>2. Practicar la gestión temprana (operaciones de test y aceptación formal)</li> <li>3. Facilitar instrucciones para el equipo mejorado, métodos de operación, etc</li> </ol>
Paso 6: Chequear resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar resultados en el tiempo conforme progresa el proyecto de mejora</li> <li>2. Verificar si se han logrado los objetivos</li> <li>3. Si no es así, empezar de nuevo en el paso 3 (análisis de causas)</li> </ol>
Paso 7: Consolidar beneficios	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir estándares de control para sostener resultados</li> <li>2. Formular estándares de trabajos y manuales</li> <li>3. Retroalimentar información al programa de prevención de mantenimiento</li> </ol>

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996.

#### Paso 0: Selección de tema de mejora

Al empezar un nuevo proyecto de mejora orientada, primero se selecciona un tema, luego se evalúa si tuviese alguna dificultad, posteriormente se registra. (Zusuki, 1996, p. 53)

En la Tabla 17 se busca decidir el tipo de mejora, al clasificar las propuestas en dos tipos: búsqueda de beneficios ó enfoque al mantenimiento autónomo, cada cual requiere distintas ópticas presupuestarias. Aquí se muestra un enfoque que permite diseñar, presupuestar y beneficiarse de un sistema de mejora orientada.

*Tabla 17: Sistema de mejora orientada*

Tipo de mejora orientada	Tema de mejora	Grado de dificultad	Responsabilidad
Búsqueda de beneficios (Limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apretado de pernos)	Eliminación máxima de todas las pérdidas	A	Equipo de Proyecto
		B	Área de Mantenimiento
		C	Mantenimiento Autónomo
Soporte al mantenimiento autónomo (Limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apretado de pernos)	Medición contra causas de contaminación	A	Equipo de Proyecto
		B	Área de Mantenimiento
		C	Mantenimiento Autónomo

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996

La Tabla 18 muestra la forma cuantitativamente de evaluar los resultados obtenidos mediante la mejora orientada, siendo seis los outputs de producción (PQCDSM), a continuación la descomposición de los outputs.

*Tabla 18: Muestra de indicadores de outputs de producción*

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996	<p>P(Producción)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Aumento de productividad personal</li> <li>2-Aumento de productividad del equipo</li> <li>3-Aumento de productividad del valor añadido</li> <li>4-Aumento de rendimiento de producto</li> <li>5-Aumento de la tasa de operación de la planta</li> <li>6-Reducción del numero de trabajadores</li> </ul>	<p>Q(Calidad)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Reducción de la tasa de defectos de proceso</li> <li>2-Reducción de quejas de los clientes</li> <li>3-Reducción de tasa de desechos</li> <li>4-Reducción del coste de medidas contra defectos de la calidad</li> <li>5-Reducción de costes de reparamiento</li> </ul>
	<p>C(Coste)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Reducción de horas de mantenimiento</li> <li>2-Reducción de costes de mantenimiento</li> <li>3-Reducción de costes de recursos (reducción de consumos unitarios)</li> <li>4-Ahorro de energía (reducción de consumos unitarios)</li> </ul>	<p>D(Entregas)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Reducción de entregas retrasadas</li> <li>2-Reducción de stocks de productos</li> <li>3-Aumento de tasa de rotación de inventarios</li> <li>4-Reducción de stocks de repuestos</li> </ul>
	<p>S(Seguridad)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Reducción de número de accidentes con baja laboral</li> <li>2-Reducción del número de otros accidentes</li> <li>3-Eliminación de incidentes de polución</li> <li>4-Grado de mejora en requerimiento de entorno legal</li> </ul>	<p>M(Moral)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Aumento del número de sugerencias de mejora</li> <li>2-Aumento de la frecuencia de las actividades de los pequeños grupos</li> <li>3-Aumento de número de hojas de lecciones de "punto único"</li> <li>4-Aumento del número de irregularidades detectadas</li> </ul>

#### Paso 1: Comprender la Situación

Se analiza la capacidad del proceso para identificar las pérdidas principales y los cuellos de botella del proceso global. (Suzuki, 1996, p. 56)

#### Paso 2: Descubrir y eliminar anomalías

Las pérdidas principales tienen su origen en el deterioro o en el fallo en establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo (limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apretado de pernos). (Suzuki, 1996, p. 57).

#### Paso 3: Analizar las causas

Se utilizan medios tales como las cámaras de video de alta velocidad para analizar los movimientos rápidos o registrar lentamente observaciones. El análisis se hace por observación directa de los equipos y análisis de trabajo. (Suzuki, 1996, p. 57).

#### Paso 4: Plan de Mejora

Durante el desarrollo de las propuestas se revisan varias alternativas por ello mientras más elevadas sean las calificaciones técnicas de una persona, hay más probabilidad de que se tomen mejores decisiones. (Suzuki, 1996, p. 57).

#### Paso 5: Implantar mejora

Es crucial que cada persona del lugar de trabajo comprenda y acepte las mejoras que se implantan, hay que consultar y dar información completa en cada fase a las personas en el lugar de trabajo. (Suzuki, 1996, p. 58).

#### Paso 6: Chequear resultados

Hay que comprobar los resultados desde la fase de implantación en adelante, y detallar las mejoras, esta información se debe mostrar en tableros o paneles proyectando gráficos, cuadros de los proyectos de mejora. (Suzuki, 1996, p. 58).

#### Paso 7: Consolidar beneficios

En esta etapa final es importante los chequeos periódicos y estándares de mantenimiento con la finalidad de garantizar la permanencia de los logros obtenidos. (Suzuki, 1996, p. 59).

### **Programa de Reducción de Pérdidas de Fallos:**

Para lograr el cero fallos, es esencial descubrir todos los defectos ocultos en las condiciones del equipo. (Suzuki, 1996, p. 64).

### **Seis medidas para cero averías:**

1. ***Eliminar el deterioro acelerado estableciendo las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, y apretado de pernos).*** La actividad más básica es establecer y mantener condiciones mínimas requeridas para mantener el equipo en funcionamiento. (Suzuki, 1996, p. 64).
2. ***Eliminar el deterioro acelerado cumpliendo las condiciones de uso.*** El equipo se proyecta para usarlo en ciertas condiciones y estas deben cumplirse, la operación en condiciones diferentes es probable que cause un deterioro acelerado, acorte su vida útil y de lugar a fallos inesperados. (Suzuki, 1996, p. 64).
3. ***Restaurar el equipo hasta su condición óptima restaurando el deterioro.*** El deterioro del equipo es de dos tipos: acelerado y natural. El primer deterioro se debe a una causa artificial y surge cuando no se mantienen las condiciones básicas ó incorrectas. El segundo deterioro se da de forma gradual: desgaste, corrosión, cambios en las propiedades de los materiales. (Suzuki, 1996, p. 65).
4. ***Restaurar los procesos hasta su condición óptima aboliendo los entornos que causan el deterioro acelerado.*** Eliminar las principales fuentes de contaminación (polvo, fugas de fluido). Es vital limpiar y controlar los entornos que estimulan el deterioro acelerado a fin de mantener el equipo en condiciones básicas para su uso. (Suzuki, 1996, p. 65).



5. ***Alargar las vidas útiles de los equipos corrigiendo las debilidades de diseño.*** El funcionamiento del equipo en condiciones de esfuerzo, tales como altas velocidades de rotación, cargas elevadas y frecuentes paradas y arranques da lugar a fallos debidos a roturas de ejes, daños en cojinetes, etc. Observar que las cargas sean correctas, los tiempos de ciclo, y otras condiciones de uso no es suficiente para tratar esta clase de problemas y fallos, lo único que queda es corregir las debilidades de diseño como resistencia insuficiente, materiales inadecuados ó defectos estructurales. (Suzuki, 1996, p. 65).
6. ***Eliminar los fallos inesperados mejorando las capacidades de operación y mantenimiento.*** Los departamentos de producción deben cultivar las capacidades de los operarios de tener la habilidad para reconocer algo que no anda bien, no puede lograrse el objetivo de cero fallas si las personas no tienen esta facultad, las capacidades de inspección y operación eliminaran también los errores de operación. (Suzuki, 1996, p. 66).

La Tabla 19 muestra el esquema de las seis medidas para el cero averías, estableciendo condiciones básicas cómo: Verificación y fabricación diarios, procedimientos y manipulación, pronta determinación y listado de anormalidades, ajustes y montajes, pequeños progresos para fuentes de polución y lugares inaccesibles, verificaciones é inspecciones periódicas, mejora de equipo, prevención de reprocesos y análisis de fallos, estandarizaciones de procedimientos de operación, test.

Tabla 19: Seis medidas para el cero averías

SEIS MEDIDAS PARA EL CERO AVERÍAS			
1. Establecer condiciones básicas	2. Cumplir condiciones de uso	3. Cumplir condiciones de uso	
		Detectar y predecir el deterioro	Restaurar y prevenir el deterioro
<p>1. Limpieza: Eliminar causas de deterioro acelerado</p> <p>2. Apretado- Chequear tuercas y pernos e impedir aflojamientos</p> <p>3. Lubricación- lubricar donde sea necesario y reemplazar lubricantes sucios • Mejorar sistemas de lubricación</p> <p>• Estandarizar tipos de lubricantes</p> <p>4. Preparar estándares de limpieza, chequeo y lubricación</p>	<p>1. Establecer condiciones de operación y manejo-fijar valores para presiones, grados de vacío, temperaturas, concentración, viscosidad, contenido de humedad, etc.</p> <p>2. Estandarizar métodos de operación y manejo-prepara manuales</p> <p>3. Estandarizar tareas de ajuste/ montaje</p> <p>• Listar puntos de ajuste</p> <p>• Mejorar métodos de ajuste</p> <p>4. Estandarizar arranques de proceso y procedimientos de parada</p>	<p>1. Chequear los procesos usando los 5 sentidos e identificar áreas de deterioro</p> <p>2. Chequear el equipo usando los 5 sentidos e identificar las partes deterioradas</p> <p>3. Preparar estándares para inspección y reemplazo periódicos</p> <p>4. Fijar y estandarizar tiempos de reemplazo</p> <p>5. Crear técnicas para reconocer señales de anomalías de proceso</p> <p>6. Formular estándares para verificación de condiciones-especificar mediciones y mejorar equipo de medida</p>	<p>1. Evaluar y priorizar el equipo</p> <p>2. Preparar registros de equipos: Registros de control del equipo, • Optimizar los intervalos de servicio</p> <p>3. Estandarizar los procedimientos de inspección de revisión periódica</p> <p>• Preparar calendario de mantenimiento anual</p> <p>4. Estandarizar las tareas de montaje y desmontaje y reemplazo</p> <p>5. Mejorar los métodos de trabajo de inspección</p> <p>6. Control estricto de materiales de mantenimiento y repuestos. • Definir estándares de control de stocks • Estandarizar y centralizar</p> <p>7. Control estricto de planos y datos-compartir y centralizar datos, aplicar técnicas de recuperación</p>

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996.

**Tabla 19: Seis medidas para el cero averías**

SEIS MEDIDAS PARA EL CERO AVERÍAS			
4 Abolir entornos que causan deterioro acelerado	5 Corregir debilidades de diseño	6 Mejorar capacidad de operación y mantenimiento	
		Asegurar operación y manipulación correctas	Asegurar reparaciones libres de errores
<p>1. Medidas contra fuentes principales de contaminación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descubrir fuentes contaminación</li> <li>• Realizar inspección general de puntos de dispersión de polvo</li> <li>• Realizar inspección general de recogida de polvo y equipo usado para esto</li> <li>• Reducir fuentes de derrames de polvo, fugas de líquidos y de gas</li> <li>• Retirar materiales acumulados en edificios y estructuras</li> </ul> <p>2. Medidas contra lugares inaccesibles importantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar puntos de chequeo y medidas difíciles</li> <li>• Mejorar lugares inaccesibles</li> </ul> <p>3. Apoyar las mejoras de mantenimiento autónomo en fuentes de contaminación y lugares inaccesibles</p>	<p>1. Eliminar debilidades inherentes del equipo procedentes del diseño o defectos de fabricación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones, resistencia</li> <li>• Materiales</li> <li>• Construcción del equipo, construcción de piezas</li> <li>• Resistencia a corrosión</li> <li>• Resistencia a desgaste</li> </ul> <p>2. Mejorar resistencia a condiciones de entorno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar pintura anticorrosión</li> <li>• Investigar nuevos materiales resistentes a corrosión</li> <li>• Considerar nuevos materiales de revestimiento</li> </ul> <p>3. Mejorar procesos cuello de botella-introducir medidas para evitar sobrecargas</p> <p>4. Adoptar medidas para evitar repetición de fallos principales</p>	<p>1. Evitar errores de operación y manejo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar manuales detallando cambios en propiedades físicas y condiciones de operación</li> <li>• Mostrar en el equipo los valores correctos de ajuste</li> <li>• Introducir mas controles visuales</li> <li>• Marcar tuberías con direcciones de flujo y contenido</li> <li>• Indicar si las válvulas están abiertas o cerradas</li> <li>• Tener limpias las ventanas y placas de datos de los instrumentos de medida</li> <li>• Indicar direcciones de rotación</li> <li>• Emplear etiquetas y medios a prueba de errores</li> </ul> <p>2. Evitar errores al tratar anomalías</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizar procedimientos de trato de anomalías</li> <li>• Estandarizar técnicas de predicción</li> </ul> <p>3. Trabajo seguro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar bloqueos de seguridad</li> <li>• Formación para prevención de accidentes</li> </ul>	<p>1. Evitar errores de reparación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar fallos repetidos</li> <li>• Mejorar métodos de reparación</li> <li>• Estandarizar la selección de materiales</li> <li>• Estandarizar piezas y repuestos</li> <li>• Formular estándares de trabajo</li> <li>• Definir estándares de órdenes de trabajo</li> </ul> <p>2. Evitar errores de aceptación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforzar las capacidades de supervisión</li> <li>• Formular estándares de aceptación</li> <li>• Establecer un sistema de aceptación de operación y mantenimiento</li> </ul> <p>3. Evitar errores en operaciones de test</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizar procedimientos de operación y test</li> <li>• Preparar listas de chequeo</li> </ul>

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996.

La Tabla 20 indica que la forma más ágil de lograr el cero averías, es inspeccionar cada pieza del equipo con el fin de detectar y predecir el deterioro con precisión. Se detallarán a continuación las siguientes 4 fases: En la fase 1 (minimizar los intervalos de fallos) debe reducirse la frecuencia de fallos, prevenir el deterioro acelerado, definir condiciones elementales, suprimir el desgaste acelerado, disponer estándares de control diaria y lubricación fáciles de usar. En la fase 2 (extender la vida útil del equipo) evitar reiteración de averías, evitar fallos de operación y reprocesos. En la fase 3 (reparar regularmente el deterioro) efectuar controles y servicios periódicos, creación de estándares de inspección, reconocimiento de los signos de anomalías en el proceso. En la fase 4 (predecir la existencia del equipo) se utilizan instrumentos para evaluar en qué condiciones se encuentra el equipo, además preparar el historial de datos del equipo.

*Tabla 20: Cero averías en cuatro fases*

Fase 1 Estabilizar los intervalos entre fallos	Fase 2 Alargar la vida del equipo	Fase 3 Restaurar periódicamente el deterioro	Fase 4 Predecir la vida del equipo
1. Establecer las condiciones básicas limpiando, lubricando, y apretando pernos  2. Aflorar las anomalías y restaurar el deterioro  3. Clasificar las condiciones de operación y cumplir las condiciones de uso  4. Abolir los entornos que causan el deterioro acelerado (eliminar o controlar las principales fuentes de contaminación)  5. Establecer estándares de chequeo y lubricación diarios  6. Introducir extensamente controles visuales	1-Evaluar el equipo para seleccionar ítems PM (priorizar tareas de mantenimiento)  2-Ordenar los fallos de acuerdo con su seriedad  3-Evitar la repetición de las averías principales  4-Corregir las debilidades de diseño del equipo  5-Eliminar los fallos inesperados evitando errores de operación y reparación  6-Mejorar capacidades de ajuste y montaje	1-Crear un sistema de mantenimiento periódico -Realizar servicios periódicos -Realizar inspecciones periódicas -Establecer estándares de trabajo -Controlar repuestos -Controlar datos -Procesar en ordenador la información de mantenimiento  2-Reconocer los indicios de anomalía y detectarlos pronto  3-Tratar correctamente las anomalías	1-Montar un sistema de mantenimiento predictivo -Formar equipos de diagnóstico -Introducir técnicas de diagnóstico de equipos -Supervisar las condiciones  2-Consolidar las actividades de mejora -Realizar análisis de fallos sofisticados usando técnicas específicas de ingeniería -Ampliar la vida del equipo usando nuevos materiales y tecnología

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996.

En la Tabla 21 se visualiza cómo las cuatro fases componen y conexionan el programa junto con los siete pasos del mantenimiento autónomo para los operarios.

Tabla 21: Relación entre las cuatro fases del cero averías y las actividades TPM

	Reducir la variación de los intervalos entre fallos	Alargar los tiempos de vida de los equipos	Restaurar periódicamente el deterioro	Predecir los tiempos de vida del equipo
<b>7 pasos del mantenimiento autónomo</b>				
1. Realizar limpieza inicial	Restaurar el deterioro y establecer las condiciones básicas			
2. Suprimir las fuentes de contaminación y mejorar la accesibilidad	Abolir las condiciones que causan el deterioro acelerado			
3. Establecer estándares de limpieza y chequeo	Mantener las condiciones óptimas			
4. Realizar inspecciones generales del equipo	Desarrollar operarios competentes en equipos (evitar errores de operación)			
5. Realizar inspecciones generales del proceso	Desarrollar oprarios competentes en procesos (capaces de operar, ajustar, y manejar correctamente anomalías)			
6. Sistematizar el mantenimiento autónomo	Sistematizar, remover o descartar los elementos innecesarios, ordenar eficientemente el resto			
7. Practicar una auto-gestión plena	Consolidar las actividades de mejora			

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996.

En la Tabla 22 describe las tareas de mantenimiento y mejora tales cómo prevenir, medir y restaurar el deterioro, por ello es importante esclarecer las responsabilidades.

Tabla 22: Tabla Clasificación y asignación de mantenimiento

Objetivo	Técnica	Actividad			Prod.	Mant.
		Prevenir el deterioro	Medir el deterioro	Restaurar el deterioro		
Actividades de mantenimiento	Operación normal	Operación correcta			00	
		Ajustes correctos			0	
		Limpieza descubrir y			0	
		Lubricación			0	
		Apretado de pernos			0	
	Mantenimiento diario	Chequeo diario de deterioro de condiciones			0	
		Chequeo periódico		Pequeño servicio	0	
		Inspección periódica (tests)		Servicio Periódico	0	
		Inspección de tendencias		Servicio a intervalos medio largo	0	
					0	
Eficacia global del equipo mínima 85%	Mantenimiento periódico					
	Mantenimiento predictivo					
Actividades de mejora	Mantenimiento de averías	Detección acción e informe rápido de anomalías			0	
		Prevención repeticiones			0	
		Simplificación			0	
		Nivelar cargas			0	
		Mejorar precisión del control			0	
	Mejorar fiabilidad (Mantenimiento correctivo)					
	Mejorar mantenibilidad		Desarrollar equipos y técnicas de comprobación de condiciones			
			Mejorar trabajo de inspección			
			Mejorar trabajo de servicio			
			Mejorar calidad de servicio			

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996.

#### **Etapla 4: Establecer políticas básicas TPM y fijar objetivos**

En esta etapa la alta gerencia incorpora el TPM a la política estratégica de la empresa fija los objetivos concretos a alcanzar a medio y largo plazo. (Cuatrecasas, 2000, p. 41).

#### **Etapla 5: Desarrollo de un plan maestro TPM:**

Este plan se debe incluir un plan diario concreto de promoción del TPM que abarque inicialmente desde la implantación e incluya el mejoramiento de la efectividad, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, aseguramiento de la calidad y el plan de capacitación (Acuña, 2009, p. 92)

- Instauración de un plan de mantenimiento autónomo, efectuado por los operarios.
- Incrementar la efectividad del equipo.
- Instauración de un plan de mantenimiento planificado, a cargo de los trabajadores de mantenimiento.
- Formación y adiestramiento para fortalecer capacidades personales.

#### **Fase de Introducción**

#### **Etapla 6: Arranque del TPM**

Esta etapa será ciertamente la puesta en práctica y ejecución del TPM en el cual se comunique las actividades desde la fase de preparación, además de despertar el interés y disposición a los colaboradores por el TPM (Cuatrecasas, 2000, p. 42).

#### **Etapla 7: Mejorar la Efectividad del equipo**

Se organizan grupos de trabajo multifuncionales compuestos por ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios con el propósito de eliminar las perdidas y mejorar la efectividad del equipo. Deberá seleccionarse un equipo que sufra perdidas crónicas y, una vez medidas y evaluadas cuidadosamente (Cuatrecasas, 2000, p. 43).

### **Etapas 8: Establecer un programa de mantenimiento autónomo**

El mantenimiento autónomo es una de las características más inherentes al TPM. De hecho, la especialización producción-mantenimiento, los operarios manejan el equipo, el personal de mantenimiento lo repara, se mantiene vigente hasta que aparece el mantenimiento autónomo en un programa TPM. Implica el mantenimiento diario a los equipos para evitar el deterioro acelerado (Cuatrecasas, 2000, p. 43).

### **Etapas 9: Establecimiento de un programa de Mantenimiento Planificado**

Esta etapa consistirá en desarrollar un programa de mantenimiento periódico o programado para que pueda ser llevado a cabo por el departamento de mantenimiento. El personal del mismo debe centrar sus energías en las tareas que requieren su propia experiencia técnica y aprender técnicas más sofisticadas de mantenimiento, al tiempo que coopera con el mantenimiento, al tiempo que coopera con el mantenimiento autónomo. (Cuatrecasas, 2000, p. 43).

### **Programa de Mantenimiento Preventivo**

El Mantenimiento Preventivo, es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente y no llegue a la falla. (Dounce, 2009, p. 37).

### **Etapas 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento**

El autor señala sobre la importancia de mejorar las habilidades del personal del que dispone la empresa para la implementación del TPM. Asimismo, indica que iniciado el TPM es necesario evaluar constantemente a los trabajadores y formarlos para la siguiente fase. (Cuatrecasas, 2000, p. 43).

### **Etapas 11: Creación de un Programa de Gestión temprana de Equipos**

Implica la creación de un programa de gestión que prevenga el mantenimiento, para ello se debe actuar desde la instalación del nuevo equipo realizando inspecciones, revisiones, reajustes, reparaciones, lubricación, entre otros. De este modo, se recaba información permitiendo ejercer acciones correctivas y minimizar el costo del ciclo de vida del equipo. (Cuatrecasas, 2000, p. 43).



## Fase de Consolidación

### Etapa 12: Consolidación del TPM y elevación de los objetivos

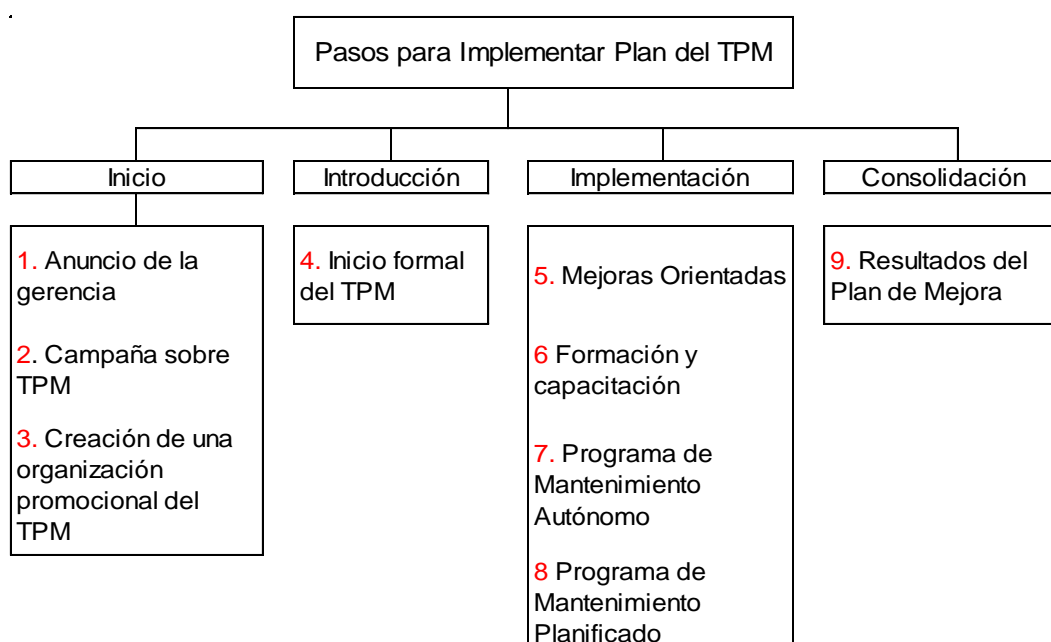
En esta etapa el autor busca mantener y perfeccionar las mejoras de cada una de las etapas anteriores. Además señala la importancia en la formación de los trabajadores. (Cuatrecasas, 2000, p. 44).

#### 2.7.2 Plan de Mejora

En el plan de mejora es importante planificar la implementación.

El Plan de Mejora según Cuatrecasas se divide en 4 fases: Preparación, Introducción, Implantación, Consolidación los mismos que a su vez se descompone en 12 pasos, para este Plan, se considerarán 9 pasos, los otros tres pasos faltantes se están considerando tal como sigue: el paso cuatro (objetivos y políticas) se considerará dentro del paso dos, el paso cinco (Plan Maestro) se considerará dentro del Plan de mejora (Cronograma de actividades de trabajo), el paso siete (mejorar la efectividad del equipo) se considerará dentro del programa de mantenimiento planificado, para una mejor visualización a continuación se muestra la estructura de los pasos de la implementación.

*Figura 25: Pasos para Implementar Plan del TPM*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan los pasos para Implementar el Plan del TPM:

*1er Paso: Decisión de la gerencia de aplicar el TPM*

La gerencia decide aplicar la herramienta de mejora, posteriormente se le comunicara a todo el personal sobre:

- La alta gerencia anuncia la decisión de aplicar el TPM en la empresa.
- Elección del líder a cargo del TPM
- Creación de comité del TPM
- Publicación por la alta gerencia

*2do Paso: Información, campañas, educación sobre el TPM*

Se busca difundir la aplicación del TPM en la empresa, mediante:

- Políticas
- Objetivos

*3er Paso: Creación de una organización promocional del TPM*

Al implementar el TPM es necesario crear el comité organizacional, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Estructura organizacional TPM
- Establecimiento de las responsabilidades del comité TPM

*4to Paso: Inicio, lanzamiento del TPM*

En este apartado se comunica formalmente a todo el personal de la empresa, clientes, subcontratistas la aplicación del TPM.

*5to Paso: Mejoras Enfocadas*

Usaremos este pilar para poder llegar a los problemas desde la raíz detectando las pérdidas, con esto se podrán planificar las medidas a tomar. Se considerará lo siguiente:

- Flujograma de registro de fallas
- Formato de registro de fallas

- Formato de análisis de fallas

#### *6to Paso: Formación y capacitación*

En este apartado se aplicará uno de los pilares del TPM, se tomará dentro del proceso de adiestramiento:

- Formación de capacidades de los colaboradores
- Plan de capacitación

#### *7to Paso: Mantenimiento Autónomo*

Este paso es una de las actividades más características del TPM. Los operarios se involucran en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación y ayudan a mejorar las condiciones del equipo.

#### *8to Paso: Mantenimiento Planificado*

En este pilar se detallará el incremento de la disponibilidad y la confiabilidad de la máquina.

#### *9no Paso: Resultados del Plan de Mejora*

En este paso se definirá los resultados obtenidos, será necesario también el Plan Maestro de Implementación del TPM.

### **2.7.3 Implementación de la Mejora**

La implementación de la herramienta permite conocer, organizar y planificar las actividades que la involucran. Por ello, primero se expondrá el plan de la propuesta para la implementación del Mantenimiento Productivo Total:

#### **Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM**

Debido a la necesidad de mejorar la productividad reduciendo las paradas no programadas la gerencia toma la decisión de implementar el TPM en la empresa. Se sabe que con la ayuda del área de mantenimiento y demás áreas involucradas se obtendrán óptimos resultados, por ello se consideró lo siguiente:

- **La alta gerencia anuncia la decisión de aplicar el TPM en la empresa**

La alta gerencia comunica a todos los colaboradores integrantes de la organización mediante reuniones internas, periódicos murales en cada área, boletines, correos, entre otros, la decisión de participar activamente en la mejora continua en la Implementación del Plan del TPM.

- **Elección del líder a cargo del TPM**

La alta gerencia elige la persona líder a cargo del TPM en este caso el supervisor del área de mantenimiento, el que será responsable sobre la implementación y evolución del TPM

- **Creación de comité del TPM**

Se forma una comisión con la finalidad hacer seguimiento a la implementación y evolución del TPM.

- **Publicación por la alta gerencia**

El gerente comunica mediante una carta la implementación del TPM

Es indispensable el liderazgo de la alta gerencia y el compromiso responsable de todos los colaboradores de la empresa. El anuncio se dio a conocer el 22 de Mayo del 2017, durante 1 hora.

Figura 26: Documento de Anuncio de la Aplicación del TPM




Fuente: Elaboración propia

### **Información sobre TPM**

Se establecieron las políticas el día 31 de Mayo, en un tiempo de 180 minutos y los objetivos el 01 de Junio en 120 minutos en el área de Mantenimiento. Los cuales se dan a conocer:

Figura 27: Política del TPM



### **POLÍTICA MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

Con el TPM se busca que la empresa Fima S.A sea altamente confiable para producir lo adecuado en todo momento y así genere más utilidades a la empresa, se compone de los siguientes items:

- Alto compromiso por parte de todos los colaboradores de la organización.
- Incorporar el mantenimiento autónomo en sus actividades de manera efectiva.
- Programar revisiones de los equipos, Mantenimiento preventivo.
- Ejecutar el mantenimiento planificado y constituir idóneas condiciones operativas de los equipos.
- Lograr cero accidentes, peligros y riesgos.
- Controlar los procesos productivos con un sistema Gestión de calidad definido.
- Alcanzar elevados índices de disponibilidad, confiabilidad y efectividad de los equipos.
- Sostener y mantener siempre la eficiencia y eficacia del proceso productivo.
- Alcanzar elevados niveles de satisfacción en todas las etapas de la aplicación del TPM.

Se comunica a todos los trabajadores de la empresa el compromiso de la alta gerencia por respaldar el cumplimiento de las metas enfocadas asimismo su revisión periódica para la trazabilidad de la misma.

Lima 31 de Mayo del 2017.

---

Gerente de Operaciones  
Líder de Promoción del TPM en la empresa

---

Supervisor de Mantenimiento  
Líder de Promoción del TPM en su sección

---

Jefe de Producción  
Líder de Promoción del TPM en la planta

Fuente: Elaboración propia

- Objetivos:
  - Minimizar paradas de maquina
  - Minimizar número de fallas

También se anuncia las campañas de capacitación a los colaboradores con la intención de dar a conocer la filosofía del TPM, historia, objetivos, definición, prevención, las seis grandes pérdidas, el mantenimiento Autónomo, mantenimiento Correctivo, mantenimiento Planificado. La colaboración será de

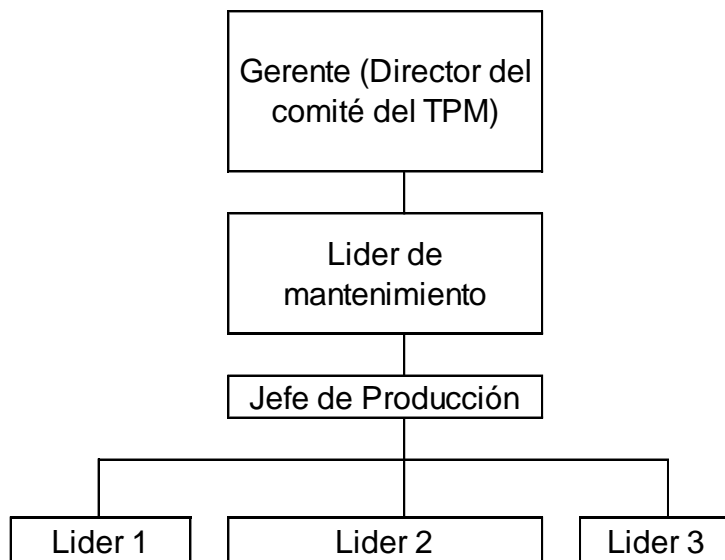
*Figura 28: Hoja de Asistencia a la capacitación del TPM*

Fuente: Elaboración propia

## 103

Las reuniones serán una vez al mes mensualmente. En el anexo se puede verificar el formato de Acta de Reunión del comité del TPM

*Figura 29: Estructura del Comité TPM*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra las responsabilidades del comité TPM para la organización:

- Director del Comité de Promoción del TPM en la empresa Gerente de operaciones (Responsable de dirigir, motivar y controlar al grupo)
- Líder de Mantenimiento (Coordina las actividades planificadas, además orienta y motiva al personal involucrado)
- Jefe de Producción (Encargado de la ejecución de las actividades mediante auditorías internas)
- Líderes Calificados (Apoyo durante el proceso de aplicación del TPM)

Se entrenará a los operarios para que identifiquen y resuelvan problemas.

#### **Procedimientos para Sistema de mejora orientada:**

Es más sencillo y eficaz efectuar acciones de mejoramiento paso a paso, registrando el progreso en una base de datos.

- Evaluar dificultad



En la Tabla 17 se muestran los criterios de evaluación de dificultades, mencionados en la Tabla 23

*Tabla 23: Criterios para estimar dificultades*

Grado	Criterios de evaluación	Descripción
A	1. Pérdidas y problemas que afectan a diversas áreas 2. Detectores de derrames y fugas 3. Recambios caros, requerido con poca frecuencia se prevee costará mayor ó igual a \$2 700	Calderería-soldadura, ingeniería ,calidad, pintura, almacén Por falta de chequeos Repuestos de antorcha de corte
B	1. Pérdidas y problemas de una sola área 2. Corrección de debilidades de la máquina	Calderería-soldadura, ingeniería ,calidad, pintura, almacén Cambio de herramientas, ajuste de parámetros
C	1. Perdidas en las cuales los operarios pueden eliminar con directrices 2. Mejorar operaciones de rutina en puntos inaccesibles 3. Eliminar las causas de contaminación del equipo (Grasas, chatarra, gases por combustible)	Crear sistema de mantenimiento periódico Lubricación, Inspección Limpieza, inspecciones eficientes y rápidas

Fuente: Elaboración Propia

- Registrar el motivo:

*Figura 30: Registro de mejora*

Fuente: Elaboración propia



**Registro de mejora**

**A:** Presidente, Comite de mejoras integradas

**Fecha:** 04/10/17

**Tema:** Medidas de limpieza de rodillos en sistema de transporte de Vernon para tubos

**Tipo de pérdida:** Pérdida de calidad

**Tiempo planificado:** Diario

**Líder:** Fredy

**Reuniones programadas:** Todos los lunes

**De:** Gerencia de Operaciones

**Preparado por:** Lisbeth Ushiñahua

**Responsable:** Equipo de Proyecto

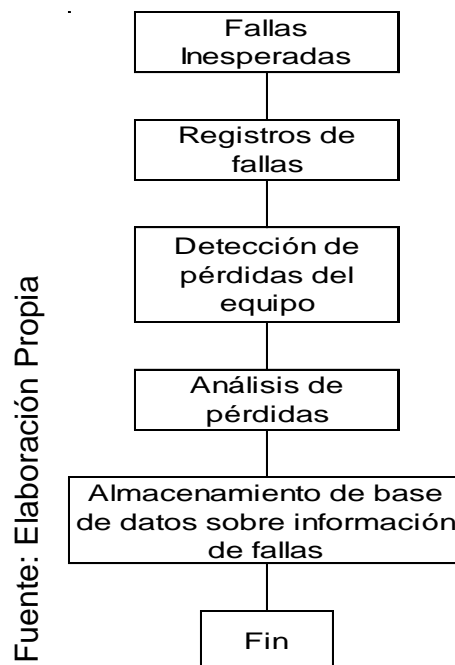
### **Inicio, lanzamiento del TPM**

Es recomendable efectuar una reunión informando la presentación de la Aplicación del TPM.

### **Mejoras Enfocadas**

En la empresa se están presentando paradas de máquina, fallas mecánicas es por eso que utilizaremos el pilar de mejoras enfocadas para poder detectar las averías.

*Figura 31: Diagrama de Flujo del sistema de registro de fallas*



Detallare la descripción del sistema de gestión del proceso de actividades del registro de fallas.

*Tabla 24: Explicación de proceso de actividades del registro de fallas*

Fuente: Elaboración Propia

Item	Actividades	Interpretación
1	Registros de fallas	Hallazgo de las fallas que generan pérdidas en las máquinas, registrar la detección de defectos, y el desarrollo del mantenimiento
2	Detección de pérdidas del equipo	Análisis del deterioro causado en la máquina
3	Análisis de pérdidas	Clasificación de las fallas del equipo de tal forma que se de una solución rapida
4	Almacenamiento de base de datos sobre información de fallas	Luego de hallar, analizar y clasificar se procederá a registrar en la base de datos la información de fallas



## **Formación y capacitación**



Se resalta la importancia de mejorar las habilidades y formación de los colaboradores en la empresa. Posteriormente se evaluará las capacidades, destrezas y aplicación correcta de conocimientos, experiencia y formación que permita a las personas diagnosticar y actuar correctamente ante diversos casos. Para el personal de mantenimiento y personal involucrado es imprescindible los conocimientos sobre mantenimiento de máquinas.

*Tabla 26: Formación y entrenamiento en los colaboradores*

Paso	Actividades
1° Evaluar el equipo y analizar la situación actual	Elaborar los registros de los equipos
	Evaluar los equipos: Disponer pautas de evaluación, priorizar y seleccionar los equipos
	Especificar rangos de fallas
	Tomar datos de los equipos: medir el número , reiteración, severidad de fallos, paradas, costes de mantenimiento.
	Definir objetivos de mantenimiento: indicadores
2° Revertir los desperfectos y restaurar debilidades	Determinar condiciones elementales: restaurar el deterioro y anular los entornos que causan desperfectos.
	Ejecutar actividades de mejora, restaurando debilidades para extender la vida del equipo.
	Establecer medidas para minimizar el índice de fallos.
	Implantar mejoras para minimizar los fallos
3° Generar un sistema de Gestión de información	Generar un sistema de gestión de base de datos de fallos
	Generar un sistema de gestión de: historial de equipos, planificación del mantenimiento, planificación de inspecciones.
	Generar un sistema de gestión de presupuestos de equipos.
	Generar procedimientos para controlar elementos de repuesto, especificaciones técnicas, planos, etc.
4° Generar un sistema de mantenimiento periódico	Elaboración del mantenimiento periódico (Control de: elementos de repuesto, instrumentos de medida, planos, especificaciones técnicas, etc)
	Elaboración de diagramas de flujo del mantenimiento periódico.
	Elegir equipos y componentes para elaborar un plan de mantenimiento.
	Elaborar estandarización de: trabajo, materiales, inspección, etc.
	Incrementar la eficiencia del mantenimiento con paradas programadas del equipo.
5° Generar un sistema de mantenimiento Predictivo	Generar técnicas de diagnóstico, instruir a colaboradores para que puedan diagnosticar, adquirir equipo que diagnostique estado de las máquinas.
	Elaborar diagrama de flujo del mantenimiento predictivo.
	Elegir equipos y componentes para elaborar un plan de mantenimiento predictivo.
6° Evaluación del sistema de mantenimiento planificado	Evaluación del sistema de mantenimiento planificado.
	Evaluación del incremento de la fiabilidad: cantidad de fallas, paradas no programadas, frecuencia de fallas, etc.
	Evaluación del incremento de la mantenibilidad: tasa de mantenimiento periódico, tasa de mantenimiento predictivo.
	Evaluar los ahorros de costes: minimización en los costos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Formato de Evaluación de capacidades

		Formato de Análisis de capacidades				
Clasificación	Operario		Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4
	Conocimiento / capacidad					
Básico	1- Conoce el uso de pernos y tuercas		○	○	□	○
	2- Conoce el uso de herramientas		□	○	△	△
	3- Conoce el uso de llaves		○	●	△	●
	4- Conoce sobre arboles y ejes y métodos de montaje		△	○	○	△
Capacidades de taller	5- Conocimiento de trazado		○	○	△	○
	6- Conocimiento de limado		□	□	□	○
	7- Conocimiento de rectificado		○	□	●	○
	8- Conocimiento de soldadura		△	○	○	●
Emsamble	9- Conoce sobre levas, llaves y trinquete y transmisiones Ginebra		□	△	△	○
	10- Conoce el uso de cremalleras, piñones y engranajes		△	●	△	△
	11- Conoce sobre embragues y frenos		○	△	□	□
	12- Capacidad para evaluar y proceder contra errores inesperados		△	●	△	△
Hidráulica/ neumática	13- Conoce controladores de velocidad y flujo y válvulas de retención		△	△	○	○
	14- Conoce sobre FRLs (filtros)		△	●	□	○
	15- Revisa el correcto funcionamiento de sensores		□	△	○	○
	16- Realiza análisis de vibración de motor hidráulico		△	△	○	○
	17- Conoce de tuberías y conectores hidráulicos y neumáticos		○	○	●	○
	18- Conoce de "layouts" de tubería neumática		△	△	●	○
Planos	19- Conocimiento y lectura de planos		○	○	●	○
Lubricación	20- Conoce sobre lubricación		△	△	●	□
Fundamentos	21- Conoce materiales y sus aplicaciones		○	●	□	○
	22- Conoce de instrumentos de medida		○	△	□	△
Otros	23- Conoce sobre motores y transmisiones		△	○	○	△
	24- Verifica estado de conectores, cables		△	□	△	△
	25- Conoce y revisa estado de cadenas, catalinas y chavetas		●	○	□	●
Consumibles	26- Conoce el uso de cojinetes		○	□	●	□
	27- Conoce de anillos colectores y guarniciones		△	△	●	△
Seguridad	28- Conocimiento y atención a la seguridad		○	○	○	○
	Puntuación máx. (28 puntos)	Conocimiento satisfactorio				
		Conoc. y cap. Insatisfactorias				
		Capacidad satisfactoria				
		Conoc. y cap. Satisfactorias				
						

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 28: Hoja informativa sobre los Siete tipos de anomalía*

Anormalidad	Ejemplos
<b>1. Pequeñas deficiencias</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación</li> <li>• Daños</li> <li>• Holguras</li> <li>• Flojedad</li> <li>• Fenómenos anormales</li> <li>• Adhesión</li> </ul>	<p>Polvo, suciedad, partículas, aceite, grasa, óxido, pintura</p> <p>Fisuras, aplastamientos, deformaciones, curvados, picaduras</p> <p>Sacudidas, exceso de recorrido o salida, excentricidad, desgaste</p> <p>Cintas, cadenas</p> <p>Ruido inusual, sobrecalentamiento, vibración, olores extraños</p> <p>Bloqueos, agarrotamiento, acumulación de partículas, escamas</p>
<b>2. Incumplimiento de las condiciones básicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricación</li> <li>• Suministro de lubricante</li> <li>• Indicadores de nivel de aceite</li> <li>• Apretado</li> </ul>	<p>Insuficiente, suciedad, no identificada, inapropiada, fugas de lubricante</p> <p>Suciedad, daños, puertas de lubricación deformadas</p> <p>Suciedad, daños, fugas, no indicación del nivel correcto</p> <p>Tuercas y pernos: holguras, omisiones, pasados de rosca, demasiado largos, machacados, corroídos, arandela inapropiada</p>
<b>3. Puntos inaccesibles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Chequeo-inspección</li> <li>• Lubricación</li> <li>• Apretado de pernos</li> <li>• Operación</li> <li>• Ajustes</li> </ul>	<p>Construcción de la máquina, cubiertas, disposición, apoyos, espacio</p> <p>Cubiertas, construcción, disposición, posición, y orientación de instrumentos</p> <p>Posición de la entrada de lubricante, construcción, altura, apoyos, espacio</p> <p>Cubiertas, construcción, disposición, tamaño, apoyos, espacio</p> <p>Disposición de máquina: posición de válvulas, conmutadores y palancas</p> <p>Posición de indicadores de presión, termómetros, indicadores de flujo, indicadores de humedad, indicadores de vacío</p>
<b>4. Focos de contaminación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto</li> <li>• Primeras materias</li> <li>• Lubricantes</li> <li>• Gases</li> <li>• Líquidos</li> <li>• Desechos</li> <li>• Otros</li> </ul>	<p>Fugas, derrames, dispersión, chorros, exceso de flujo</p> <p>Fugas, derrames, dispersión, chorros, exceso de flujo</p> <p>Fugas, derrames, infiltraciones, fluidos hidráulicos</p> <p>Fugas de aire comprimido, gases, vapor, humos de exahustación</p> <p>Fugas , agua caliente, productos semiacabados, agua de refrigeración</p> <p>Chispas, recortes, materiales de embalaje y producto no conforme</p> <p>Contaminantes traídos por personas, carretillas elevadoras</p>
<b>5. Fuentes de defectos de calidad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materias extrañas</li> <li>• Golpes</li> <li>• Humedad</li> <li>• Tamaño de grano</li> <li>• Concentración</li> <li>• Viscosidad</li> </ul>	<p>Inclusión, infiltración y arrastre de óxido, partículas, desechos de cable</p> <p>Caídas, sacudidas, colisiones, vibraciones</p> <p>Demasiada, poca, infiltración, eliminación de defectivo</p> <p>Anormalidades en tamices, separadores centrífugos</p> <p>Calentamiento inadecuado, calentamiento, composición, mezcla, evaporación</p> <p>Calentamiento inadecuado, calentamiento, composición, mezcla, evaporación</p>
<b>6. Elementos innecesarios y no urgentes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinaria</li> <li>• Tuberías</li> <li>• Instrumentos de medida</li> <li>• Equipo eléctrico</li> <li>• Plantillas y herramientas</li> <li>• Piezas de repuesto</li> <li>• Reparaciones provisionales</li> </ul>	<p>Bombas, agitadores, compresores, columnas, tanques</p> <p>Tubos, mangueras, conductos, válvulas, amortiguadores</p> <p>Temperaturas, indicadores de presión, indicadores de vacío, amperímetros</p> <p>Cableado, tubería, conectadores de alimentación, tomas de corriente</p> <p>Herramientas generales, herramientas de corte, plantillas, moldes, troqueles</p> <p>Equipo de reserva, repuestos, stocks permanentes, materiales auxiliares</p> <p>Cinta, fibras, cable, chapa</p>
<b>7. Lugares inseguros</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos</li> <li>• Pasos</li> <li>• Luces</li> <li>• Maquinaria rotativa</li> <li>• Dispositivo de levantamiento</li> <li>• Otros</li> </ul>	<p>Desequilibrados, rampas, elementos que sobresalen, fisuras, escamas</p> <p>Demasiado inclinados, irregulares, escamado, capa antideslizante, corrosión</p> <p>Luces oscuras, mala posición , pantallas rotas, no a prueba de explosiones</p> <p>Desplazadas, cubiertas rotas o caídas, sin mecanismos de seguridad</p> <p>Cables, ganchos, ganchos, frenos y otras partes de grúas y elevadores</p> <p>Sustancias especiales, disolventes, gases tóxicos, materiales de aislamiento, señales de peligro, vestidos de protección</p>

Fuente: TPM en industrias de proceso, 1996

### **Establecer un programa de mantenimiento autónomo**

El mantenimiento autónomo es una de las características más inherentes al TPM. De hecho, la especialización producción-mantenimiento, los operarios manejan el equipo, el personal de mantenimiento lo repara, se mantiene vigente hasta que aparece el mantenimiento autónomo en un programa TPM. Implica el mantenimiento diario a los equipos para evitar el deterioro acelerado (Cuatrecasas, 2000, p. 43).

Este plan se debe incluir un plan diario concreto de promoción del TPM que abarque inicialmente desde la implantación e incluya el mejoramiento de la efectividad, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, aseguramiento de la calidad y el plan de capacitación (Acuña, 2009, p. 92)

Aquí es necesario establecer un plan diario con fechas establecidas de desarrollo para la implementación del TPM.


- Instauración de un plan de mantenimiento autónomo, efectuado por los operarios.
- Incrementar la efectividad del equipo.
- Instauración de un plan de mantenimiento planificado, a cargo de los trabajadores de mantenimiento.
- Formación y adiestramiento para fortalecer capacidades personales.

*Figura 32: Ajuste de pernos*




Fuente: Fima S.A

Tabla 29: Formato de Chequeo de conocimientos sobre pernos y tuercas

 Formato de chequeo sobre conocimiento de pernos y tuercas			
Concepto	Sí	No	Descripción
Conocimientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Comprende los estandares ISO.
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifica las variedades de pernos y tuercas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifica materiales de diferentes tipos de pernos y tuercas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifica los pasos y vueltas de diversas dimensiones de pernos y tuercas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conoce estándares y aplicaciones en tornillos puntiagudos
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifica tipos/aplicaciones de tornillos para roscado de tubos
Aplicación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aprleta adecuadamente pernos de distintos tipos y tamaños
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Uso correcto de tuercas ranuradas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sabe cómo bloquear tuercas empleando topes de cable
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sabe cómo evitar que se entumescan pernos y tuercas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Formato de chequeo de pernos y tuercas

 Formato de chequeo de pernos y tuercas			
	Sí	No	Consideraciones
Defectos Leves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Existen tuercas / pernos flojos?
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sustituir pernos y tuercas?
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sustituir arandelas y pernos fuera de estándar?
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hay carencia de tuercas / pernos?
Longitud (pernos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los pernos sobresalen de las tuercas en 2 ó 3 pasos del tornillo?
Arandelas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utilizan arandelas planas en agujeros grandes ?
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utilizan arandelas roscadas en perfiles angulares y canales
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arandelas en resorte son utilizadas en piezas sometidas a vibración?
Instalación de pernos / tuercas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Están volteadas perfectamente las tuercas de orejeta ?
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se introducen los pernos a partir de abajo siendo visibles las tuercas al exterior?

Fuente: Elaboración Propia

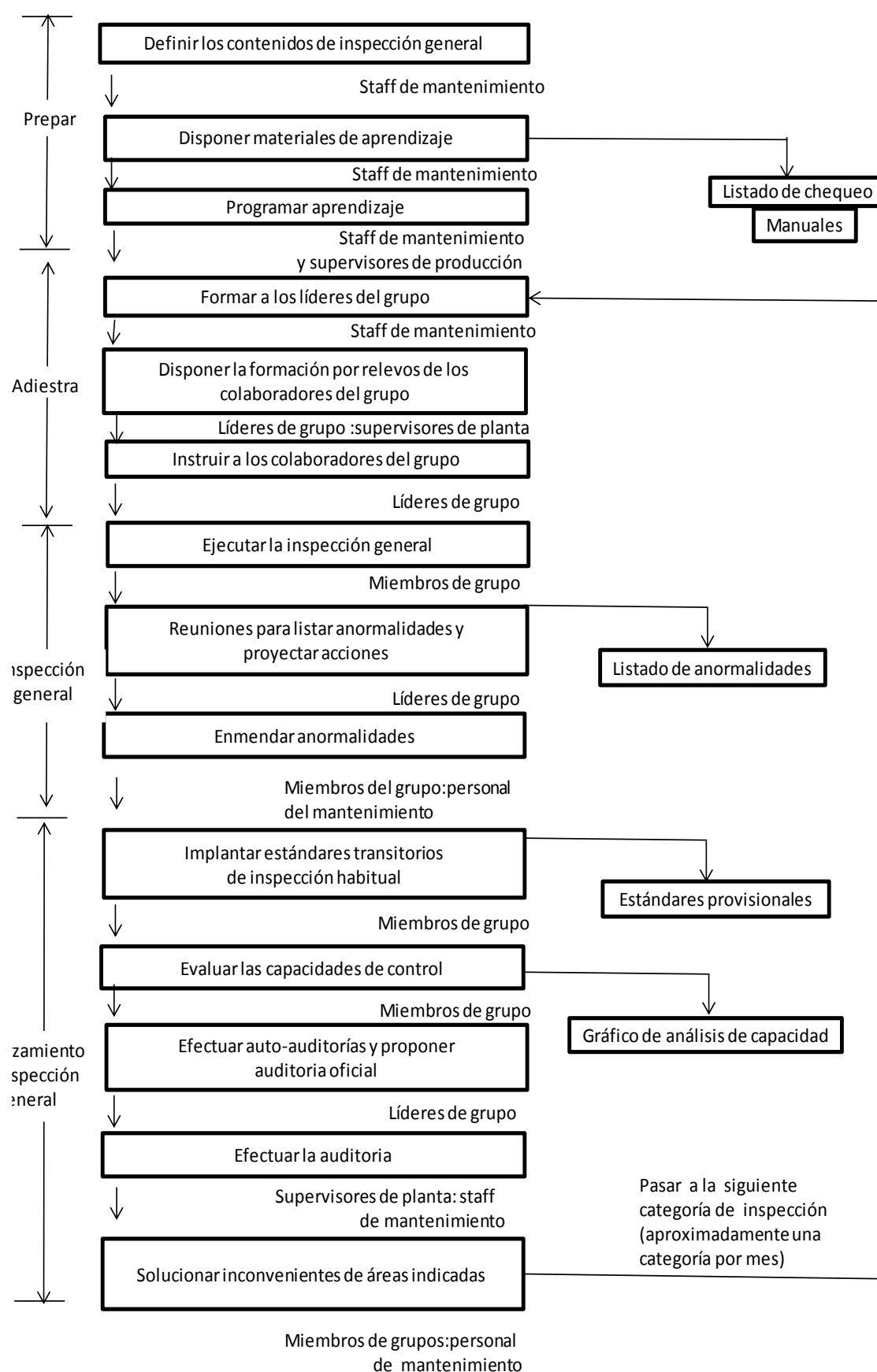


Tabla 31: Procedimiento de lubricación

<div data-bbox="264 293 448 454" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="711 456 879 499" data-label="Section-Header"> <h2>Lubricación</h2> </div> <div data-bbox="260 568 627 611" data-label="Section-Header"> <h3>Descripción de actividades</h3> </div>
1. Los equipos siempre deben estar lubricados, limpios, organizados y ordenados
2. Tapar los contenedores de lubricantes
3. Identificar los tipos de lubricantes
4. Tener el control de stock de lubricantes
5. Mantener limpias las boquillas de grasa, conductos de lubricantes de reductores de velocidad
6. Reemplazar los lubricantes con polvo y/o contaminados
7. Etiquetar los canales de lubricantes correctamente indicando su tipo y cantidad de lubricante
8. Mantener limpio los tipos de nivel de aceite, y así poder ver el nivel de aceite correspondiente
9. El nivel de aceite debe estar visible
10. Verificar que no haya fugas ni obstrucciones en los tubos de aceite ni válvulas de respiración
11. Los mecanismos automáticos deben estar en óptimas condiciones de lubricación
12. Todos los tubos deben estar libres de aceite / grasa obstruida, rajado ó golpeado
13. Todas las piezas rotatorias, deslizantes y cadenas deben estar correctamente lubricadas
14. Todo alrededor debe estar limpio libre de lubricantes
15. Asear y reparar completamente el equipo con el cual se lubrica manualmente
16. Aceitar el sistema eléctrico
17. Al finalizar la lubricación comunicar al supervisor ó encargado para verificar el trabajo realizado
18. Cerrar correctamente los lubricantes para luego guardarlos

Fuente: Elaboración Propia

Figura 33: Procedimiento para desarrollar programación de inspección general



Fuente: Elaboración Propia

*Figura 34: Coordinaciones de trabajo*

Fuente: Fima S.A



*Figura 35: Cables desprotegidos*

Fuente: Fima S.A




*Figura 36: Apretado de pernos*

Fuente: Fima S.A



Tabla 32: Control de Mantenimiento Autónomo

<div>  <div>MÁQUINA VERNON</div> </div>										
Programación de Mantenimiento Autónomo										
N°	Descripción de Tarea		Tiempo	Frecuencia	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.
1	Limpieza de Cabezal de Plasma (Polvo)	Final del turno	2 min	Diario						
2	Limpieza de guías	Final del turno	5 min	Diario						
3	Verificación visual de parámetros de la máquina	Inicio del turno	4 min	Diario						
4	Retiro de escoria de rodillos del eje "X"	Final del turno	8 min	Diario						
5	Verificación de estado de sensores de altura	Inicio del turno	2 min	Diario						
6	Verificación de presión de gases	Durante el turno	2 min	Diario						
7	Inspección del nivel del refrigerante	Durante el turno	2 min	Diario						
8	Limpieza general y retiro de escoria eje "X"	Domingo de cada Semana	60 min	Semanal						
OPERADOR:										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Formato de habilidades



### Formato de Habilidades

Nombres y Apellidos:

Fecha:

Nivel de habilidad	Descripción
1	El trabajador recién está aprendiendo cómo operar el equipo; se observa inseguridad, requiere supervisión permanente
2	El trabajador puede operar maquinas conoce los funcionamientos básicos de la máquina, aún no puede identificar malos funcionamientos
3	Se observa confianza por parte del trabajador hacia la máquina. Identifica si la máquina funciona mal, pero no puede corregirlo
4	Conoce bien la máquina y lo opera con mucha confianza. No requiere supervisión. Entiende la relación entre el rendimiento de la máquina, calidad y productividad. Identifica, corrige y realiza ajustes a la máquina.
5	El trabajador conoce muy bien la máquina y el proceso, ahora es capaz de enseñar y supervisar a otros. Identifica cualquier problema ó complejidad de la máquina. Incluso, realiza ajustes y lubricaciones


Observaciones:

Aprobado por:

Firma

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Lista de chequeo de evaluación general

						
Lista de chequeo de evaluación general						
Departamento:		Fecha:		Evaluador:		
Concepto	1 Pto.	2 Pto.	3 Pto.	4 Pto.	5 Pto.	Comentarios
1. Se efectuó la limpieza inicial?						
2. Se han identificado las fuentes de contaminación, se han tomado medidas?						
3. Se solucionan con rapidez, para llegar al objetivo?						
4. Hay sugerencias de mejora en los operarios para perfeccionar la limpieza?						
5. La limpieza incluye paredes y techos?						
6. Se ha verificado y revisado en los equipos, herramientas y accesorios, que no tengan óxido ni pintura descascarillada?						
7. Se han empleado marcas en tuercas y pernos flojos, para su fácil detección?						
8. Los instrumentos de presión, amperímetros, voltímetros se encuentran debidamente identificados y fijados en sitios visibles?						
9. Existe un control de verificación de equipos de seguridad regularmente?						
10. Los tubos tienen señalización de dirección de flujo, y diferenciados por colores según corresponde?						
11. Los pasadizos y áreas de trabajo están debidamente señalizados y limpios?						
12. Están aptas, cuantificadas y almacenados en lugares correctos: las plantillas, accesorios y herramientas?						
13. Se lleva a cabo los chequeos de operación y registros de equipos y maquinarias?						
14. Existen avisos visibles sobre materiales inflamables, radiaciones, disolventes orgánicos, alto voltaje, etc?						
15. Se chequean periódicamente que los trajes protectores estén limpios?						

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 35: Lista de Verificación de funciones y rendimientos*

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 36: Lista de Verificación de ajuste y montajes*

[illegible]

Fuente: Elaboración propia



*Tabla 37: Lista de Verificación de fallos de procesos y errores*

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 38: Lubricación Cortadora de tubos Vernon*

Componente	Tipo	Frecuencia	Ejecuta	T. Min
Plataforma de ingreso				
Lubricacion de chumaceras rodillos de transporte (18)	grasera	mensual	Mantenimiento	15
Lubricacion de cadenas de transmision	spray	mensual	Mantenimiento	20
Verificación de conexiones de los cilindros hidráulicos	visual	mensual	Mantenimiento	5
Lubricacion de pivot de sistema de elevacion	grasera	mensual	Mantenimiento	10
Plataforma de corte				
Lubricacion de chumaceras rodillos de transporte (18)	grasera	mensual	Mantenimiento	15
Lubricacion de cadenas de transmision	spray	mensual	Mantenimiento	20
Verificación de conexiones de los cilindros hidráulicos	visual	mensual	Mantenimiento	5
Lubricacion de pivot de sistema de elevacion	grasera	mensual	Mantenimiento	10
Sistema de corte				
Verificacion de estado de componentes	visual	mensual	Mantenimiento	5
Plataforma de salida				
Lubricacion de chumaceras rodillos de transporte (21)	grasera	mensual	Mantenimiento	15
Lubricacion de cadenas de transmision	spray	mensual	Mantenimiento	20
Verificacion de estado de componentes	visual	mensual	Mantenimiento	5
Verificación de conexiones de los cilindros hidráulicos	visual	mensual	Mantenimiento	5
Lubricacion de pivot de sistema de elevacion	grasera	mensual	Mantenimiento	10
Sistema hidraulico				
Verificacion de estado de componentes	visual	mensual	Mantenimiento	5
Verificacion de mangueras hidraulicas	visual	mensual	Mantenimiento	5
Verificacion de tanque hidraulico	visual	mensual	Mantenimiento	5
Sistema electrico				
Limpieza y ajuste de terminales de tablero electrico	limpieza	mensual	Mantenimiento	45
Verificacion de estado de componentes electronicos	visual	mensual	Mantenimiento	15
Componentes de Máquina en general				
Verificación de estado de guardas de seguridad	visual	diario	Producción	5
Limpieza superficial de máquina	superficie	semanal	Producción	30
Eliminación de restos de material cortado	superficie	semanal	Producción	30

Fuente: Elaboración propia

### **Establecimiento de un programa de Mantenimiento Planificado**

Esta etapa consistirá en desarrollar un programa de mantenimiento periódico o programado para que pueda ser llevado a cabo por el departamento de mantenimiento. El personal del mismo debe centrar sus energías en las tareas que requieren su propia experiencia técnica y aprender técnicas más sofisticadas de mantenimiento, al tiempo que coopera con el mantenimiento, al tiempo que coopera con el mantenimiento autónomo. (Cuatrecasas, 2000, p. 43).


También en este apartado se visualiza la importancia de la evaluación a los sistemas de la máquina Vernon por ello en la Tabla N°27 tenemos el formato de registro de los datos de las actividades, tiempos, frecuencia y técnicos.

*Tabla 39: Bloque Cabezal Principal (Plan Mtto Planificado)*

Actividad	Tiempo	Frecuencia	Técnico
<b>SISTEMA DE MOVIMIENTO VERTICAL</b>			
Verificar temperatura de Eje up / Down	10	Mensual	Electrico
Verificar valores de corriente de Eje up / Down	15	Trimestral	Electrico
Verificar carbones de Servomotor	15	Trimestral	Electrico
Revisar estado de reductor de Servomotor, realizar análisis de vibración, tomar muestras de aceite	30	Mensual	Mecánico
Verificar estado de finales de carrera, estado de cables y conectores.	10	Semestral	Electrico
Revisar transmisión mecánica revisar eje sin fin, revisar carril de desplazamiento vertical, revisar rodamientos.	30	Trimestral	Mecánico
<b>BRAZOS PORTA SENSOR MATERIAL</b>			
Verificar estado y funcionamiento de sensores inductivos. Revisar cables y conectores.	20	Trimestral	Eléctrico
Revisar ajustes mecánicos, revisar desgaste, óxido, fatiga en guías de desplazamiento de sensor inductivo.	30	Trimestral	Eléctrico
Revisar el correcto funcionamiento de regulador de altura de sensor inductivo	20	Mensual	Eléctrico
Revisar estado y desgaste de pernos de bronce y rigidez de brazo	10	Mensual	Eléctrico
Revisar sensores de colisión de brazos, revisar cable y conectores	10	Trimestral	Eléctrico
<b>SOPORTE DE ANTORCHAS</b>			
Revisar rigidez y encuadre de brazo porta antorcha	10	Mensual	Eléctrico
Revisar estado de pernos de NYLON, verificar estado de flacidez.	10	Quincenal	Eléctrico
Revisar ajuste de accesorios de antorcha.	15	Mensual	Eléctrico
<b>TABLERO DE CONTROL CABEZAL</b>			
Revisar estado de equipos. Revisar estado de reley de control, revisar conectores y cables electricos	15	Trimestral	Eléctrico
Revisar el cierre hermético de puerta de tablero.	10	Semestral	Eléctrico
<b>SISTEMA DE MOVIMIENTO EJE "Y"</b>			
Verificar temperatura de SERVOMOTOR EJE "C"	10	Trimestral	Eléctrico
Verificar corriente de SERVOMOTOR EJE "C"	15	Trimestral	Eléctrico
Revisar estado de carbones de servomotor.	10	Trimestral	Eléctrico
Revisión de transmisión mecánica, revisión de estado de cremallera, estado de piñon, regular de ser necesario.	30	Anual	Mecánico
Revisión de finales de carrera , verificar cables y conectores.	15	Anual	Eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Plan anual de Mto Planificado del Bloque Cabezal Principal

	Año 2017 - Semestre II												Año 2018 - Semestre I																																															
	JUL.					AGO.					SEP.					OCT.					NOV.					DIC.					ENE.					FEB.					MAR.					ABR.					MAY.					JUN.				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5															
Actividades	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5															
Verificar temperatura de Eje up / Down																																																												
Verificar valores de corriente de Eje up / Down																																																												
Verificar carbonos de Servomotor																																																												
Revisar estado de reductor de Servomotor, realizar análisis de vibración, tomar muestras de aceite																																																												
Verificar estado de finales de carrera, estado de cables y conectores.																																																												
Revisar transmisión mecánica revisar eje sin fin, revisar carril de desplazamiento vertical, revisar rodamientos.																																																												
Verificar estado y funcionamiento de sensores inductivos. Revisar cables y conectores.																																																												
Revisar ajustes mecánicos, revisar desaste, óxido, fatiga en guías de desplazamiento de sensor inductivo.																																																												
Revisar el correcto funcionamiento de regulador de altura de sensor inductivo																																																												
Revisar estado y desgaste de pernos de bronce y rigidez de brazo																																																												
Revisar sensores de colisión de brazos, revisar cable y conectores																																																												
Revisar rigidez y encuadre de brazo porta antorcha																																																												
Revisar estado de pernos de NYLON, verificar estado de flacidez.																																																												
Revisar ajuste de accesorios de antorcha.																																																												
Revisar estado de equipos. Revisar estado de relej de control, revisar conectores y cables eléctricos																																																												
Revisar el cierre hermético de puerta de tablero.																																																												
Verificar temperatura de SERVOMOTOR EJE "C"																																																												
Verificar corriente de SERVOMOTOR EJE "C"																																																												
Revisar estado de carbonos de servomotor.																																																												
Revisión de transmisión mecánica, revisión de estado de cremallera, estado de piñón, regular de ser necesario.																																																												
Revisión de finales de carrera , verificar cables y conectores.																																																												


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41: Bloque Corte (Plan Mtto Planificado)

Actividad	Tiempo	Frecuencia	Técnico
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>			
Verificar temperatura de motor hidráulico	10	Mensual	Electrico
Verificar amperimetro de motor hidráulico	15	Mensual	Electrico
Medir aislamiento de motor hidráulico	40	Semestral	Electrico
Realizar analisis de vibracion de motor hidráulico.	20	Mensual	Mecánico
Verificar estado de nivel de aceite.	15	Mensual	Electrico
<b>RODILLOS DE CORTE EJE "X"</b>			
Verificar temperatura de servomotor eje "X"	10	Mensual	Electrico
Verificar amperaje de servomotor eje "X"	15	Mensual	Electrico
Revisar estado de conectores, cables.	15	Mensual	Electrico
Realizar analisis de vibracion de reductor de servomotor.	35	Mensual	Mecánico
Revisar reductores de transmision de eje "X"	25	Mensual	Mecánico
Realizar engrase de ejes y crumaceras.	90	Mensual	Mecánico
<b>SISTEMA DE MOVIMIENTO DE MATERIAL</b>			
Verificar temperatura de motor MOV MATERIAL	10	Semestral	Electrico
Verificar amperimetro de motor MOV MATERIAL	15	Trimestral	Electrico
Realiar analisis de vibracion de motor MOV MATERIAL, revisar reductor.	35	Mensual	Mecánico
Revisar sistemas de transmision por reduccion de MOV MATERIAL, revisar nivel de aceite.	15	Mensual	Mecánico
Revisar estado de cadenas y catalinas, estado de chavetas. Verificanco la correcta rotacion de los polines libres de friccion y movimiento excéntricos.	60	Mensual	Mecánico
Revisar estado de templadores de cadena, revisar desgaste.	35	Mensual	Mecánico
Lubricar chumceras y ejes de MOV MATERIAL.	90	Mensual	Mecánico
<b>SISTEMA ELEVADOR DE MATERIAL</b>			
Revision de cilindros hidraulicos revisar fugas de aceite, revisar desgaste de embolo, verificar el correcto desplazamiento libre de fricción.	25	Semestral	Mecánico
Revisar estado de ejes y transmicion de movimiento.	25	Mensual	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42: Plan Anual de Mto Planificado del Bloque Corte

		Año 2017 - Semestre II															Año 2018 - Semestre I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		JUL.					AGO.					SEP.					OCT.					NOV.					DIC.					ENE.					FEB.					MAR.					ABR.					MAY.					JUN.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Bloque Salida (Plan Mtto Planificado)

Actividad	Tiempo	Frecuencia	Técnico
<b>SISTEMA DE MOVIMIENTO DE MATERIAL</b>			
Verificar temperatura de motor MOV MATERIAL	10	Semestral	Eléctrico
Verificar amperímetro de motor MOV MATERIAL	15	Trimestral	Eléctrico
Realizar análisis de vibración de motor MOV MATERIAL, revisar reductor.	40	Mensual	Mecánico
Revisar sistemas de transmisión por reducción de MOV MATERIAL, revisar nivel de aceite.	35	Mensual	Mecánico
Revisar estado de cadenas y catalinas, estado de chavetas. Verificar la correcta rotación de los polines libres de fricción y movimiento excéntricos.	60	Mensual	Mecánico
Revisar estado de templadores de cadena, revisar desgaste.	35	Mensual	Mecánico
Lubricar chumbreras y ejes de MOV MATERIAL.	90	Mensual	Mecánico
<b>SISTEMA ELEVADOR DE MATERIAL</b>			
Revisión de cilindros hidráulicos revisar fugas de aceite, revisar desgaste de embolo, verificar el correcto desplazamiento libre de fricción.	25	Semestral	Mecánico
Revisar estado de ejes y transmisión de movimiento.	25	Mensual	Mecánico
Revisar alineamiento de bloque con mesa de alimentación de material.	25	Mensual	Mecánico
Revisar guardas de protección, alineamiento con bloque de corte	30	Mensual	Mecánico
Revisión de cilindros evacuadores de materia, revisar fugas de aceite y desgastes mecánicos.	35	Mensual	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Plan Anual de Mtto Planificado del Bloque Salida

		Año 2017 - Semestre II												Año 2018 - Semestre I																										
		JUL.		AGO.		SEP.		OCT.		NOV.		DIC.		ENE.		FEB.		MAR.		ABR.		MAY.		JUN.																
Actividades	Tempo min	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Verificar temperatura de motor MOV MATERIAL	10																																							
Verificar amperímetro de motor MOV MATERIAL	15																																							
Realizar analisis de vibracion de motor MOV MATERIAL, revisar reductor.	40																																							
Revisar sistemas de transmision por reduccion de MOV MATERIAL, revisar nivel de aceite.	35																																							
Revisar estado de cadenas y catalinas, estado de chavetas. Verificanco la correcta rotacion de los polines libres de friccion y movimiento excéntricos.	60																																							
Revisar estado de templadores de cadena, revisar desgaste.	35																																							
Lubricar chumceras y ejes de MOV MATERIAL.	90																																							
Revison de cilindros hidraulicos revisar fugas de aceite, revisar desgaste de embolo, verificar el correcto desplazamiento libre de friccion.	25																																							
Revisar estado de ejes y transmision de movimiento.	25																																							
Revisar aliniamiento de bloque con mesa de alimentacion de material.	25																																							
Revisar guardas de proteccion, aliniamiento con bloque de corte	30																																							
Revison de cilindros evacuadores de materia, revisar fugas de aceite y desgastes mecanicos.	35																																							

Fuente: Elaboración Propia




Tabla 45: Bloque Entrada (Plan Mto Planificado)

Actividad	Tiempo	Frecuencia	Técnico
<b>SISTEMA DE MOVIMIENTO DE MATERIAL</b>			
Verificar temperatura de motor MOV MATERIAL	10	Semestral	Eléctrico
Verificar amperímetro de motor MOV MATERIAL	15	Trimestral	Eléctrico
Realizar análisis de vibración de motor MOV MATERIAL, revisar reductor.	40	Mensual	Mecánico
Revisar sistemas de transmisión por reducción de MOV MATERIAL, revisar nivel de aceite.	35	Mensual	Mecánico
Revisar estado de cadenas y catalinas, estado de chavetas. Verificar la correcta rotación de los polines libres de fricción y movimiento excéntricos.	60	Mensual	Mecánico
Revisar estado de templadores de cadena, revisar desgaste.	35	Mensual	Mecánico
Lubricar chumbreras y ejes de MOV MATERIAL.	90	Mensual	Mecánico
<b>SISTEMA ELEVADOR DE MATERIAL</b>			
Revisión de cilindros hidráulicos revisar fugas de aceite, revisar desgaste de embolo, verificar el correcto desplazamiento libre de fricción.	25	Semestral	Mecánico
Revisar estado de ejes y transmisión de movimiento.	25	Mensual	Mecánico
Revisar alineamiento con mesa de alimentación de material.	25	Mensual	Mecánico
Revisar guardas de protección, alineamiento con bloque de corte	30	Mensual	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Plan Anual de Mto Planificado del Bloque Entrada

		Año 2017 - Semestre II												Año 2018 - Semestre I																				
		JUL.		AGO.		SEP.		OCT.		NOV.		DIC.		ENE.		FEB.		MAR.		ABR.		MAY.		JUN.										
Actividades	Tiempo min	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Verificar temperatura de motor MOV MATERIAL	10																																	
Verificar ampermetro de motor MOV MATERIAL	15																																	
Realizar analisis de vibracion de motor MOV MATERIAL, revisar reductor.	40																																	
Revisar sistemas de transmision por reduccion de MOV MATERIAL, revisar nivel de aceite.	35																																	
Revisar estado de cadenas y catalinas, estado de chavetas. Verificanco la correcta rotacion de los polines libres de friccion y movimiento excentricos.	60																																	
Revisar estado de templadores de cadena, revisar desgaste.	35																																	
Lubricar chumceras y ejes de MOV MATERIAL.	90																																	
Revison de cilindros hidraulicos revisar fugas de aceite, revisar desgaste de embolo, verificar el correcto desplazamiento libre de friccion.	25																																	
Revisar estado de ejes y transmision de movimiento.	25																																	
Revisar alineamiento con mesa de alimentaci3n de material.	25																																	
Revisar guardas de proteccion, aliniamiento con bloque de corte	30																																	


Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 47: Cabina Principal (Plan Mtto Planificado)*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Técnico</b>
<b>CABINA PRINCIPAL</b>			
Revisar estado de contactor principal, revisar desgaste de contactos	40	Semestral	Eléctrico
Revisar estado de contactor de bomba hidraulica, revisar desgaste de contactos	35	Trimestral	Eléctrico
Revisar estado de reley de control.	25	Mensual	Eléctrico
Revisar ajuste de cables, conectores y borneras.	25	Mensual	Eléctrico
Medir temperatura de transformador de control principal	15	Mensual	Eléctrico
Revisar estado de cadena portacables.	25	Semestral	Eléctrico
Revisar recalentamientos y sonidos que indiquen anomalías en el funcionamiento	25	Semestral	Eléctrico
Revisar estado de conectores eléctricos de cabina	15	Semestral	Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48: Plan Anual de Mtto Planificado de Cabina Principal

<div></div>		Año 2017 - Semestre II												Año 2018 - Semestre I																																															
		JUL.					AGO.					SEP.					OCT.					NOV.					DIC.					ENE.					FEB.					MAR.					ABR.					MAY.					JUN.				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5															
Actividades	Tiempo min																																																												
Revisar estado de contactor principal, revisar desgaste de contactos	40																																																												
Revisar estado de cotactor de bomba hidráulica, revisar desgaste de contactos	35																																																												
Revisar estado de rele de control.	25																																																												
Revisar ajuste de cables, conectores y borneras.	25																																																												
Medir temperatura de transformador de control principal	15																																																												
Revisar estado de cadena portacables.	25																																																												
Revisar recalentamientos y sonidos que indiquen anomalías en el funcionamiento	25																																																												
Revisar estado de conectores eléctricos de cabina	15																																																												


Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 49: Consola Móvil (Plan Mtto Planificado)*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Técnico</b>
<b>CABINA PRINCIPAL</b>			
Verificar estado de boton de encendido y de parada de emergencia.	25	Semestral	Eléctrico
Verificar que la mica protectora de pantalla no opaque la visibilidad al operador.	35	Trimestral	Eléctrico
Revisar que PC y los componentes se encuentre libres de residuos de óxidos.	25	Mensual	Eléctrico
Revisar el correcto funcionamiento de ventiladores, revisar estado de cables, y conectores.	15	Mensual	Eléctrico
Revisar rodamientos de desplazamiento, revisar carril de desplazamiento se encuentre libre de oxido y residuos.	15	Mensual	Mecánico
Revisar estado de cadena portacables.	25	Semestral	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50: Plan Anual de Mtto Planificado de Consola Móvil

<div></div>		Año 2017 - Semestre II												Año 2018 - Semestre I																																			
		JUL.				AGO.				SEP.				OCT.				NOV.				DIC.				ENE.				FEB.				MAR.				ABR.				MAY.				JUN.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Actividades	Tiempo min	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Verificar estado de boton de encendido y de parada de emergencia.	25																																																
Verificar que la mica protectora de pantalla no opaque la visibilidad al operador.	35																																																
Revisar que PC y los componentes se encuentre libres de residuos de óxidos.	25																																																
Revisar el correcto funcionamiento de ventiladores, revisar estado de cables, y conectores.	15																																																
Revisar rodamientos de desplazamiento, revisar carril de desplazamiento se encuentre libre de óxido y residuos.	15																																																
Revisar estado de cadena portacables.	25																																																

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51: Formato de Registro de Máquina



### Datos Técnicos de Máquina

Nombre de la Máquina:

Función que realiza:

Ubicación:

Modelo:

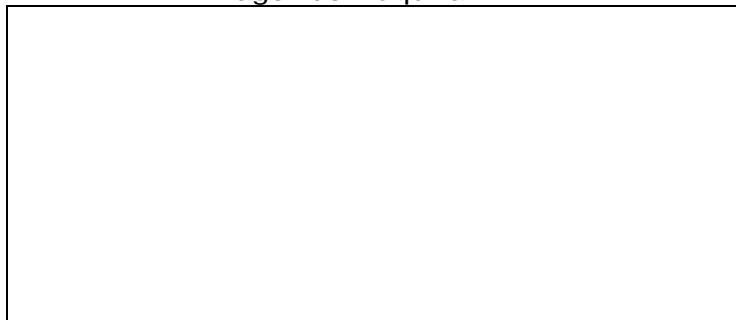
Dimensiones:

N° de Serie:

Marca:

Proveedor:

Imagen de Máquina



Fechas:

Fecha de Fabricación	Fecha de Instalación	Fecha de Garantía

Costos:

Costo Original	Costo Actual	Costo de Mantenimiento

Condición:

Efectividad Actual	Efectividad del Equipo	Importancia Crítica

Acceso a Documentos:

	Sí / No		Ubicación
Historia:			
Planos:			
Manuales:			
Especif.:			

Registro de Especificaciones de Cambios

Fecha	Especificaciones del Equipo	Condiciones de Operación

Registro de Mantenimiento

Fecha	Servicio Periódico	Mantenimiento Correctivo	Fallos Principales

Fuente: Elaboración Propia

## Programa de Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo, es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente y no llegue a la falla. (Dounce, 2009, p. 37).

Tabla 52: Programa de Mantenimiento Preventivo

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINA VERNON

Tipo de Máquina: Cortador de Máquina Horizontal

Meses	SEMANA				M	T	S	A			
	1	2	3	4							
<b>JUL.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R	IG.	IG.	IG.			
<b>AGO.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>SEP.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>OCT.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R	IG.					
<b>NOV.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>DIC.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>ENE.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R	IG.	IG.				
<b>FEB.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>MAR.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>ABR.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R	IG.					
<b>MAY.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						
<b>JUN.</b>	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	Ins.,Lub.	IG., R						

Leyenda:

M= Mensual

T= Trimestral

S= Semestral

A= Anual

Ins.= Inspección

Lub.= Lubricación

IG.= Inspección General

R= Reparación

Elaborado por:

Lisbeth Ushiñahua Zavaleta

### Resultados del Plan de Mejora:

En esta etapa final de un programa TPM nos enfoca a perfeccionar las mejoras alcanzadas durante cada etapa anterior, asimismo es necesario cuantificar y monitorear constantemente el progreso alcanzado. A continuación, se muestra el cronograma incluyendo fechas y actividades el cual tiene una duración



Tabla 53: Plan Maestro de Implementación del TPM

					2017																											
					Mayo						Junio					Julio			Agosto				Septiembre									
					22	23	27	29	30	31	1	2	10	12	13	14	15	17	18	19	21	26	28									
Id	Actividades	Duración (días)	Comienzo	Fin																												
1	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL TPM</b>	91	Lun 22/05/17	Jue 08/09/17																												
2	<b>Anuncio de la decisión de Aplicar el TPM</b>	1	Lun 22/05/17	Lun 22/05/17																												
3	Difusión del TPM a través de: reuniones, correos, boletines	1	Lun 22/05/17	Lun 22/05/17																												
4	<b>Lanzamiento de la Campaña sobre TPM</b>	5	Mar 23/05/17	Sab 27/05/17																												
5	Capacitación sobre TPM	1	Mar 23/05/17	Mar 23/05/17																												
6	Difusión en las instalaciones sobre el TPM	1	Mie 24/05/17	Mie 24/05/17																												
7	Capacitación sobre TPM	3	Jue 25/05/17	Sab 27/05/17																												
8	<b>Creación de Comités que promuevan y desarrollen el TPM</b>	2	Lun 29/05/17	Mar 30/05/17																												
9	Formación de Comités	1	Lun 29/05/17	Lun 29/05/17																												
10	Firma de acta de conformidad	1	Mar 30/05/17	Mar 30/05/17																												
11	<b>Establecimiento de Políticas y objetivos sobre TPM</b>	2	Mie 31/05/17	Jue 1/06/17																												
12	Elaborar Políticas sobre el TPM	1	Mie 31/05/17	Mie 31/05/17																												
13	Elaborar Objetivos sobre el TPM	1	Jue 1/06/17	Jue 1/06/17																												
14	<b>Elaborar el Plan Maestro</b>	8	Vie 2/06/17	Sab 10/06/17																												
15	Realizar el cronograma del TPM	8	Vie 2/06/17	Sab 10/06/17																												
16	Mejoras orientadas	1	Vie 2/06/17	Vie 2/06/17																												
17	Mantenimiento Autónomo	1	Sab 3/06/17	Sab 3/06/17																												
18	Mantenimiento Planificado	1	Lun 5/06/17	Lun 5/06/17																												
19	Formación y adiestramiento	1	Mar 6/06/17	Mar 6/06/17																												
20	Gestión temprana de los equipos	1	Mie 7/06/17	Mie 7/06/17																												
21	Mantenimiento de calidad	1	Jue 8/06/17	Jue 8/06/17																												
22	Actividades de departamentos administrativos y de apoyo	1	Vie 9/06/17	Vie 9/06/17																												
23	Gestión de seguridad y entorno	1	Sab 10/06/17	Sab 10/06/17																												
24	<b>Lanzamiento oficial de la Implementación del TPM</b>	1	Lun 12/06/17	Lun 12/06/17																												
25	Reunión de todo el personal, invitar a clientes, filiales y subcontratistas e informar sobre planes de desarrollo	1	Lun 12/06/17	Lun 12/06/17																												
26	<b>Inicio de implementación del TPM</b>	1	Mar 13/06/17	Mar 13/06/17																												
27	Evaluación acerca del TPM	1	Mar 13/06/17	Mar 13/06/17																												
28	<b>Mejoramiento sobre la efectividad del Equipo</b>	1	Mie 14/06/17	Mie 14/06/17																												
29	Elaboración programa de mejora de pérdidas de rendimiento	1	Mie 14/06/17	Mie 14/06/17																												
30	<b>Desarrollo de Programa de Mantenimiento Autónomo</b>	27	Jue 15/06/17	Lun 17/07/17																												
31	Charla de sensibilización sobre TPM	1	Jue 15/06/17	Jue 15/06/17																												
32	Elaboración de formatos de limpieza e inspección	1	Vie 16/06/17	Vie 16/06/17																												
33	Capacitación y evaluación a los operarios sobre la máquina Vernon	2	Sab 17/06/17	Lun 19/06/17																												
34	Difusión de formatos de mejora	1	Mar 20/06/17	Mar 20/06/17																												
35	Elaboración de estándares de Mto autónomo	5	Mie 21/06/17	Lun 26/06/17																												
36	Charlas de formación de inspección general	2	Mar 27/06/17	Mie 28/06/17																												
37	Capacitación a los operarios sobre los procesos para dar solución a las anomalías	2	Vie 30/06/17	Sab 1/07/17																												
38	Realizar manuales de inspección general de procesos y problemas a fin de adiestrar en inspección	5	Lun 3/07/17	Vie 7/07/17																												
39	Capacitación sobre las 5 S	8	Sab 8/07/17	Lun 17/07/17																												
40	<b>Desarrollo de Programa de Mantenimiento Planificado</b>	27	Mar 18/07/17	Sab 19/08/17																												
41	Elaboración de formato de solicitud de	1	Mar 18/07/17	Mar 18/07/17																												
42	Indicaciones del llenado del formato de solicitud de mantenimiento	1	Mie 19/07/17	Mie 19/07/17																												
43	Establecer las actividades preventivas para la máq.	10	Jue 20/07/17	Mie 2/08/17																												
44	Elaboración de un sistema de gestión de datos de fallos	3	Jue 3/08/17	Sab 5/08/17																												
45	Elaboración de medidas para impedir ocurrencia de fallos	3	Lun 7/08/17	Mie 9/08/17																												
46	Elaboración de lista y formato de repuestos	2	Jue 10/08/17	Vie 11/08/17																												
47	Difundir actividades preventivas	2	Sab 12/08/17	Lun 14/08/17																												
48	Elaboración ó actualización de registro de equipo	2	Mar 15/08/17	Mie 16/08/17																												
49	Evaluar fiabilidad y mantenibilidad	2	Jue 17/08/17	Vie 18/08/17																												
50	Evaluación de los ahorros de coste	1	Sab 19/08/17	Sab 19/08/17																												
51	<b>Formación y entrenamiento</b>	6	Lun 21/08/17	Sab 26/08/17																												
52	Formato de evaluación de capacidades	1	Lun 21/08/17	Lun 21/08/17																												
53	Programa de formación de mantenimiento	5	Mar 22/08/17	Sab 26/08/17																												
54	<b>Gestión temprana de equipos</b>	10	Lun 28/08/17	Jue 08/09/17																												
55	Procedimiento de un Sistema de Gestión temprana del equipo	1	Lun 28/08/17	Lun 28/08/17																												
56	Hojas de control de problemas	1	Mar 29/08/17	Mar 29/08/17																												
57	Elaboración de registro de análisis de acciones y retroalimentación de la máquina	8	Jue 31/08/17	Jue 08/09/17																												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54: Registro de Mediciones de la Máquina después de la implementación

Día	To	Tr	N° Fallas	H.máq prog.	MTBF	MTTR	Confiabilidad	Disponibilidad
1	18	2	2	20	9.00	1.00	90.00%	88.89%
2	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
3	19	1	2	20	9.50	0.50	95.00%	94.74%
4	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
5	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
6	18	2	2	20	9.00	1.00	90.00%	88.89%
7	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
8	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
9	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
10	18	2	1	20	18.00	2.00	90.00%	88.89%
11	19.5	0.5	1	20	19.50	0.50	97.50%	97.44%
12	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
13	18.5	1.5	2	20	9.25	0.75	92.50%	91.89%
14	19	1	3	20	6.33	0.33	95.00%	94.74%
15	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
16	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
17	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
18	17.5	2.5	1	20	17.50	2.50	87.50%	85.71%
19	17	3	1	20	17.00	3.00	85.00%	82.35%
20	18.5	1.5	3	20	6.17	0.50	92.50%	91.89%
21	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
22	18.5	1.5	3	20	6.17	0.50	92.50%	91.89%
23	18	2	1	20	18.00	2.00	90.00%	88.89%
24	16.5	3.5	3	20	5.50	1.17	82.50%	78.79%
25	18.5	1.5	1	20	18.50	1.50	92.50%	91.89%
26	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
27	18	2	2	20	9.00	1.00	90.00%	88.89%
28	17	3	2	20	8.50	1.50	85.00%	82.35%
29	19.5	0.5	1	20	19.50	0.50	97.50%	97.44%
30	19	1	1	20	19.00	1.00	95.00%	94.74%
<p>Leyenda</p> <p>To: Tiempo de operación de la máquina</p> <p>Tr: Tiempo de reparación de la máquina</p> <p>H.máq. prog: Horas de máquina programada</p> <p>MTBF: Tiempo promedio entre fallas (To / n° fallas)</p> <p>MTTR: Tiempo promedio de reparación (Tr / n° de fallas)</p> <p>Confiabilidad: <math>(MTBF / (MTBF + MTTR)) * 100\%</math></p> <p>Disponibilidad: <math>(T. \text{operación} - \text{horas paradas}) / (T. \text{operación} * 100\%)</math></p>								

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 55: Registro de Mediciones de la Máquina después de la implementación*

Día	H.máq. Programada	H.máq. Utilizada	Eficiencia	Cant. Proyectada	Cant. Producidas	Eficacia
1	20	18	0.90	1500	1356	0.90
2	5	4.5	0.90	750	613	0.82
3	20	18	0.90	1500	1364	0.91
4	20	18.5	0.93	1500	1343	0.90
5	20	17	0.85	1500	1410	0.94
6	20	17	0.85	1500	1393	0.93
7	20	18	0.90	1500	1381	0.92
8	5	4	0.80	750	686	0.91
9	20	18	0.90	1500	1383	0.92
10	20	18	0.90	1500	1437	0.96
11	20	19	0.95	1500	1419	0.95
12	20	18	0.90	1500	1410	0.94
13	20	19	0.95	1500	1386	0.92
14	5	4	0.80	750	739	0.99
15	20	19	0.95	1500	1403	0.94
16	20	19	0.95	1500	1431	0.95
17	20	17	0.85	1500	1439	0.96
18	20	19.5	0.98	1500	1395	0.93
19	20	18	0.90	1500	1414	0.94
20	5	4.5	0.90	750	711	0.95
21	20	17	0.85	1500	1420	0.95
22	20	19	0.95	1500	1416	0.94
23	20	17	0.85	1500	1380	0.92
24	20	18.5	0.93	1500	1437	0.96
25	20	17	0.85	1500	1450	0.97
26	5	4	0.80	750	718	0.96
27	20	18	0.90	1500	1401	0.93
28	20	17	0.85	1500	1400	0.93
29	20	17.5	0.88	1500	1427	0.95
30	20	19	0.95	1500	1445	0.96
<p>Leyenda:</p> <p>H.máq. prog: Horas de máquina programada</p> <p>Eficiencia (H.máq. Utilizada/H.máq. Programada)</p> <p>Eficacia (Cant. Producida/Cant. Proyectada)</p>						

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 56: Registro de Mediciones de la Máquina después de la implementación*

Dia	Confiabilidad	Disponibilidad	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	90.00%	88.89%	0.90	0.90	0.81
2	92.50%	91.89%	0.90	0.82	0.74
3	95.00%	94.74%	0.90	0.91	0.82
4	92.50%	91.89%	0.93	0.90	0.83
5	95.00%	94.74%	0.85	0.94	0.80
6	90.00%	88.89%	0.85	0.93	0.79
7	92.50%	91.89%	0.90	0.92	0.83
8	95.00%	94.74%	0.80	0.91	0.73
9	92.50%	91.89%	0.90	0.92	0.83
10	90.00%	88.89%	0.90	0.96	0.86
11	97.50%	97.44%	0.95	0.95	0.90
12	95.00%	94.74%	0.90	0.94	0.85
13	92.50%	91.89%	0.95	0.92	0.88
14	95.00%	94.74%	0.80	0.99	0.79
15	92.50%	91.89%	0.95	0.94	0.89
16	95.00%	94.74%	0.95	0.95	0.91
17	92.50%	91.89%	0.85	0.96	0.82
18	87.50%	85.71%	0.98	0.93	0.91
19	85.00%	82.35%	0.90	0.94	0.85
20	92.50%	91.89%	0.90	0.95	0.85
21	95.00%	94.74%	0.85	0.95	0.80
22	92.50%	91.89%	0.95	0.94	0.90
23	90.00%	88.89%	0.85	0.92	0.78
24	82.50%	78.79%	0.93	0.96	0.89
25	92.50%	91.89%	0.85	0.97	0.82
26	95.00%	94.74%	0.80	0.96	0.77
27	90.00%	88.89%	0.90	0.93	0.84
28	85.00%	82.35%	0.85	0.93	0.79
29	97.50%	97.44%	0.88	0.95	0.83
30	95.00%	94.74%	0.95	0.96	0.92

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.7.4 Análisis Económico y Financiero

Aquí se analizará el costo – beneficio generado por la implantación del TPM

Inversiones

A continuación, se presenta el desarrollo económico de esta investigación

*Tabla 57: Horas hombre Personal administrativo*

Gerencia y Asistente	Horas
Difusión del TPM	1
Formación de comités	2
Elaboración Políticas sobre el TPM	3
Elaboración de Objetivos sobre el TPM	2
Elaborar el Plan Maestro	5
Lanzamiento oficial de la implementación del TPM	1
Inicio de implementación del TPM	1
Elaboración de actividades preventivas para la máquina	48
Elaboración de lista y formato de repuestos	6
Elaboración de formatos de limpieza e inspección	3
Difusión de actividades preventivas	4
<b>Total Horas</b>	<b>76</b>

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 58 se identifica las horas que se necesitaron para la implantación del TPM, del supervisor:

*Tabla 58: Horas hombre del supervisor*

Supervisor	Horas
Difusión del TPM	1
Formación de comités	2
Elaboración Políticas sobre el TPM	4
Elaboración de Objetivos sobre el TPM	2
Elaborar el Plan Maestro	5
Lanzamiento oficial de la implementación del TPM	1
Inicio de implementación del TPM	2.5
Desarrollo de programa de mantenimiento autónomo	4.75
Elaboración de lista y formato de repuestos	48
Elaboración de formatos de limpieza e inspección	6
Difusión de actividades preventivas	4
<b>Total Horas</b>	<b>80.25</b>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se refleja horas hombre que invirtió el supervisor en la colaboración de la implantación del TPM a lo largo de su horario laboral, de 80.25 horas.

*Tabla 59: Horas hombre invertidas de operarios*

Operarios	Horas
Difusión del TPM	1
Formación de comités	2
Lanzamiento oficial de la implementación del TPM	1
Inicio de implementación del TPM	1.5
Desarrollo de programa de mantenimiento autónomo	3.75
Difusión de actividades preventivas	4
<b>Total Horas</b>	<b>13.25</b>

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 59 demuestra las horas utilizadas que se invirtieron siendo 13.25 horas a lo largo de su jornada laboral, en la colaboración de la implantación de la herramienta TPM, haciendo un total de 106 horas.

*Tabla 60: Costo total de horas invertidas del personal del área de spools*

Descripción	Sueldo Estimado	Cantidad Horas	Número de Personas	Costo Total
Gerente	S/.20000	78.00 horas	1	S/.6500
Supervisor	S/.3500	80.25 horas	1	S/.1170.31
Asistente	S/.1800	76.00 horas	1	S/.570
Operarios	S/.850	13.25 horas	4	S/.187.70
<b>Total Horas - Hombre</b>		<b>247.50 horas</b>	<b>7</b>	<b>S/.8428.01</b>

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 60 se visualiza que el total de horas invertidas es 247.5 horas; las cuales, generan un costo total de S/.8428.01

Asimismo, en la tabla 61 se muestra otros gastos de inversión, el mismo que asciende S/. 1220

*Tabla 61: Cuadro de Costos de otros gastos de inversión*

Descripción	Costo	Número de Personas	Costo Total
Curso TPM	S/.150	6	S/.900
<b>Formatos</b> (impresiones, hojas, copias, otros)	<b>S/.20.00</b>	<b>4</b>	<b>S/.80</b>
<b>Manual</b> (impresiones, hojas, copias, otros)	<b>S/.30.00</b>	<b>8</b>	<b>S/.240</b>
<b>Total</b>			<b>S/.1220</b>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, los costos generados totales en esta implantación:

*Tabla 62: Inversión en la implantación del TPM*

	Costo Unitario	Cantidad	Número de personas	Costo Total
Horas - Hombre		247.50 horas	7	S/.8428,01
Cursos - TPM	S/.150.00		6	S/.900
Recursos impresos	S/.40.00		7	S/.320.00
Repuestos				20000
<b>Total</b>				<b>S/.29648.01</b>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 62 se visualiza el presupuesto de implementar la herramienta TPM en el área de spools de la empresa Fima S.A, la cifra asciende a S/. 29648.01.

#### Análisis Costo – Beneficio

Se analizó el costo beneficio de la implementación se utilizó el promedio de la producción diaria en Pulgadas-Diámetro antes y después de su implementación, por ello se determinará la productividad de mejora en Pulgadas-Diámetro por día.

*Tabla 63: Productividad promedio anual del área de spools*

Concepto	Cantidad promedio	Tiempo	Total
Productividad Antes	1 050 Pulg. Diámetro./día	1 día	= 1 050 Pulg. Diámetro./día
Productividad después	1 200 Pulg. Diámetro./día	1 día	= 1200 Pulg. Diámetro./día
Productividad de diferencia	1 50 Pulg. Diámetro./día	1 día	= 150 Pulg. Diámetro./día
Productividad mensual	1500 Pulg. Diámetro./día	30 días/mes	= 4 500 Pulg. Diámetro./mes
Productividad anual	4 500 Pulg. Diámetro./mes	12 meses/año	= 54 000 Pulg. Diámetro./año

Fuente: Elaboración Propia

La tabla nos indica que la productividad anual promedio de spools es de 54 000 Pulg. Diámetro /año

$$\text{Margen de Contribución} = \text{Precio venta} - \text{Costo variable}$$

El precio de venta del spool, por cada Pulg. Diámetro es de S/. 70 aproximadamente

Para el costo variable por Pulg. Diámetro se considerará el costo de materia prima soldadura: S/. 48.8 y de la mano de obra directa esto sería S/. 10

Mano de obra: Son 4 los operarios en el área de producción, quienes perciben como remuneración S/. 850 mensual. Para producir 1200 Pulg. Diámetro/día. de spool se requiere 53 Horas-hombre.

$$\text{Margen de Contribución S/. 70} - (\text{S/. 48.8} + \text{S/. 20})$$

$$\text{Margen de Contribución} = \text{S/. 1.2 Pulg. Diámetro}$$

Esto trae como resultado un beneficio total de:

$$\text{Beneficio anual } 54\,000 \text{ Pulg. Diámetro/año} \times \text{S/. 1.2 Pulg. Diámetro} = \text{S/.64800/año}$$

Para determinar utilidad neta es necesario considerar el impuesto a la renta:

$$\text{Impuesto a la renta (30\%)} = 30\% \times \text{S/.64800 Pulg. Diámetro/año} = \text{S/. 19440/año}$$

Por lo tanto:

$$\text{Utilidad Neta anual} = \text{S/. 64800 Pulg. Diametro/año} - \text{S/. 19440/año} = \text{S/.45360}$$

En base a lo expuesto anteriormente podemos señalar que el beneficio – costo de la implementación es de:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{S/. 45360/año}}{\text{S/. 29648.01/año}} = 1.53$$



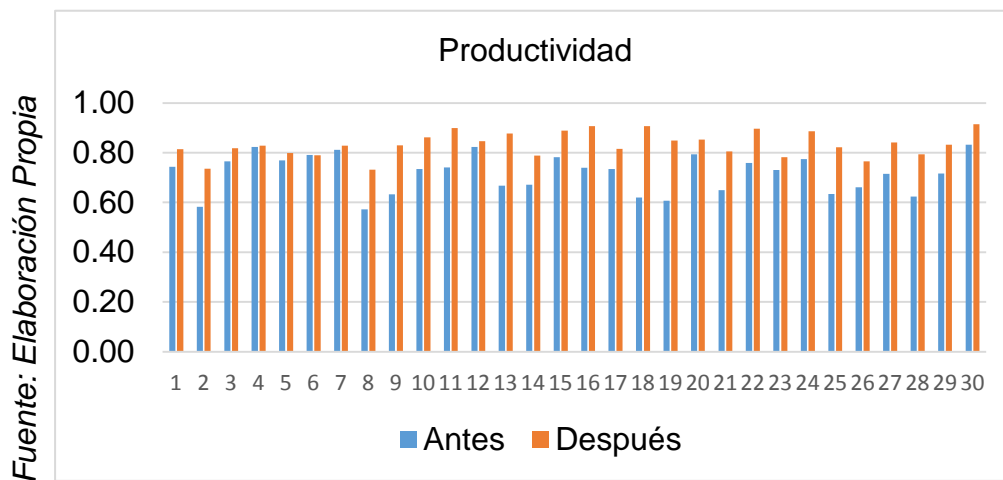
El análisis costo beneficio evidencia que la implementación de TPM será rentable en el año 2017, puesto que supera la inversión realizada ya que por cada sol que se invierte en la empresa se ganará 0.53.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Análisis Descriptivo:

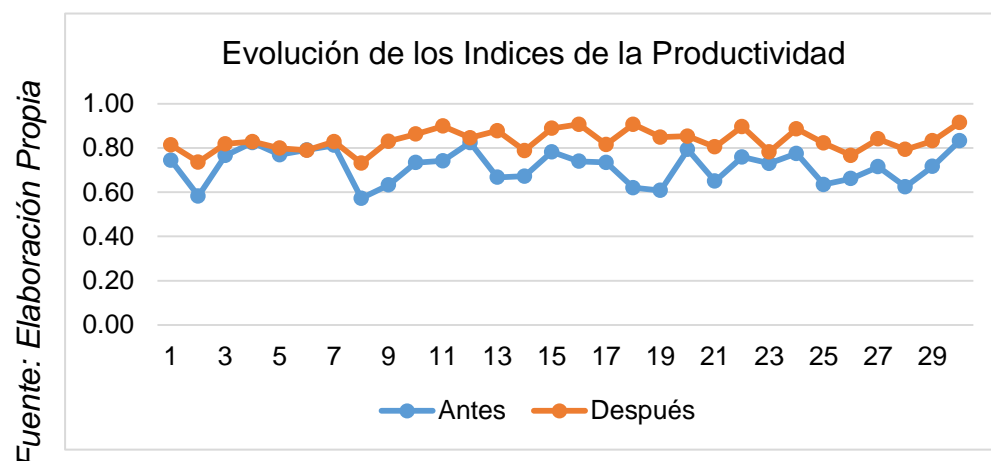
Aquí se efectuará el análisis descriptivo de las variables mediante gráficos de barras, se harán los comparativos de los datos de los resultados del antes y después de la implementación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM). Se ha demostrado el incremento que ha sufrido la productividad después, con el color naranja

Figura 37: Comportamiento de los Índices de Productividad antes y después

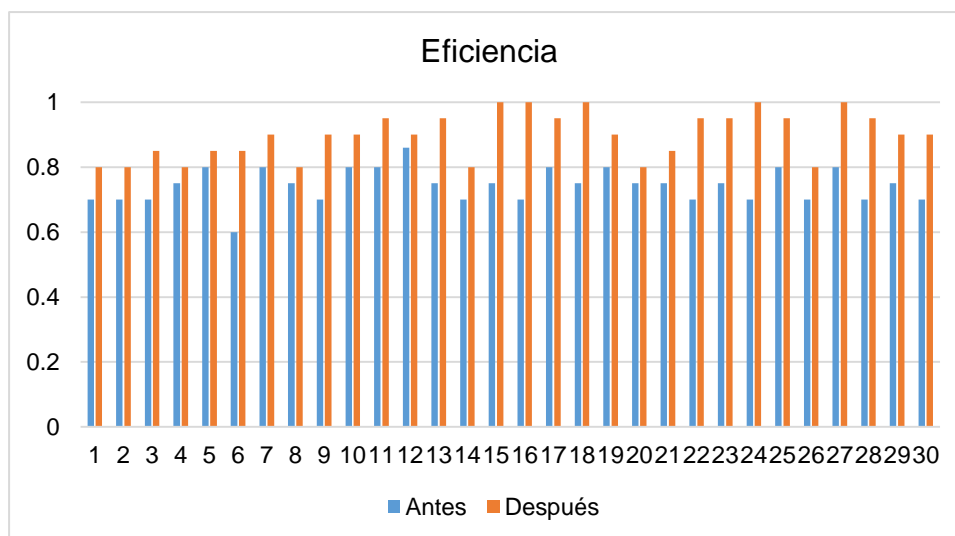


La figura 38 muestra los resultados durante 30 días de la productividad antes y después de la aplicación de la herramienta, la media de la productividad antes es de 72% la productividad después es de 83% con un incremento absoluto de 0.11, por tanto, la productividad se incrementó en un 15%, evidenciando de esta manera un incremento.

Figura 38: Comportamiento de los índices de productividad antes y después



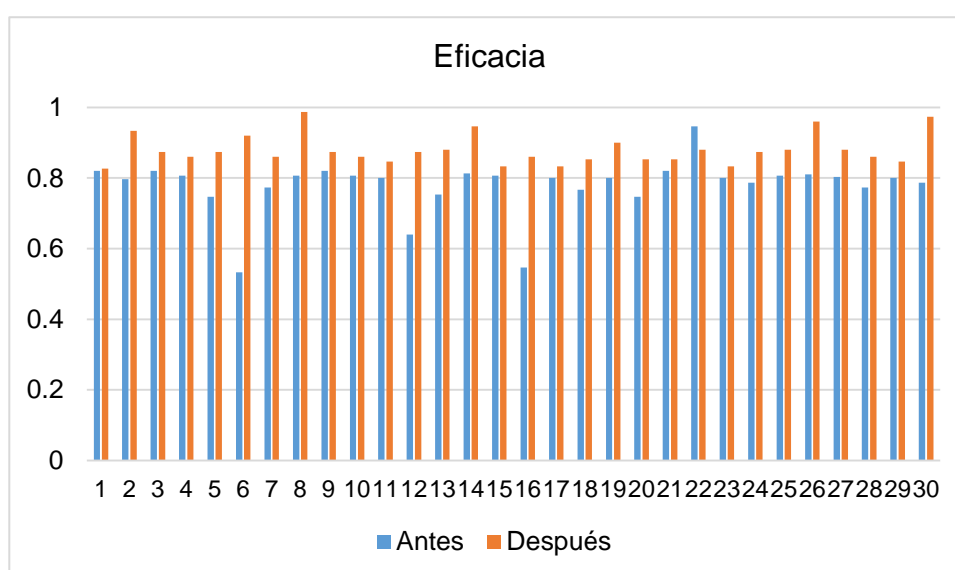
*Figura 39: Comportamiento de los índices de Eficiencia antes y después*



*Fuente: Elaboración Propia*

La Figura 39 muestra los resultados durante 30 días de la eficiencia antes y después de la aplicación de la herramienta, la eficiencia antes es de 81% con un incremento absoluto de 0.8, la eficiencia después es de 89%, por tanto, la eficiencia se incrementó un 10% respectivamente, evidenciando de esta manera un incremento.

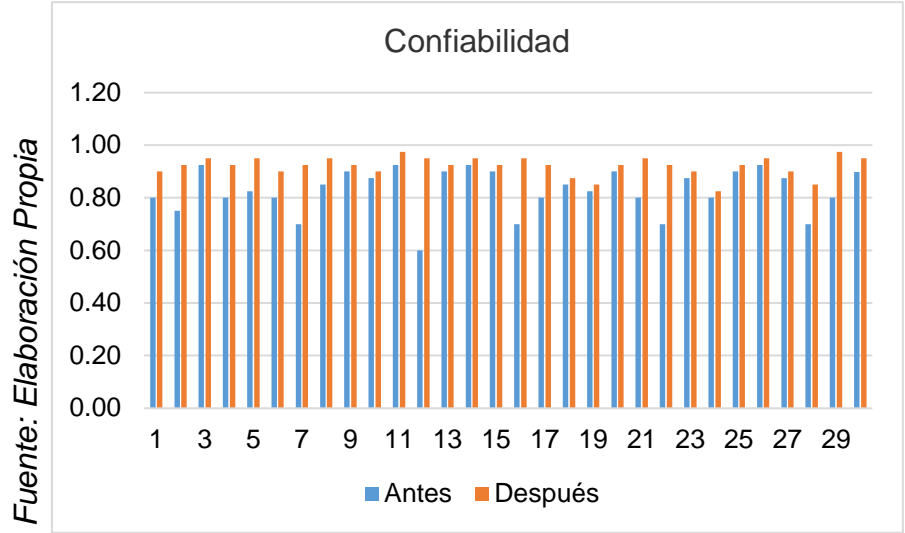
*Figura 40: Comportamiento de los índices de Eficacia antes y después*



*Fuente: Elaboración Propia*

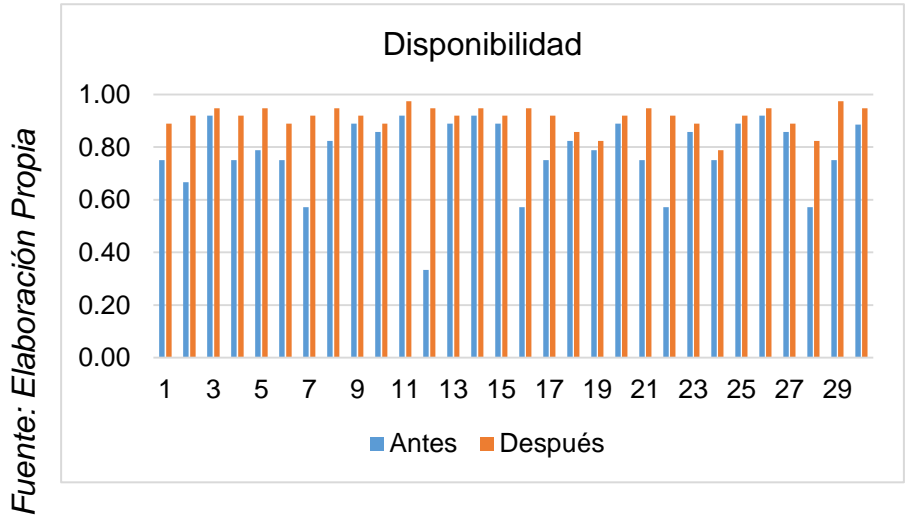
La figura 40 muestra los resultados durante 30 días de la eficacia antes y después de la aplicación de la herramienta, la eficacia antes es de 88% con un incremento absoluto de 0.12, la eficacia después es de 93.60%, por tanto, la eficacia se incrementó un 6% respectivamente, evidenciando de esta manera un incremento.

Figura 41: Comportamiento de los índices de Confiabilidad antes y después



La figura 41 muestra los resultados durante 30 días de la Confiabilidad antes y después de la aplicación de la herramienta, la confiabilidad antes es de 82.74% con un incremento absoluto de 0.10, la confiabilidad después es de 92.24%, por tanto, la confiabilidad se incrementó un 11% respectivamente, evidenciando de esta manera un incremento.

Figura 42: Comportamiento de los índices de Disponibilidad antes y después



La figura 42 muestra los resultados durante 30 días de la disponibilidad antes y después de la aplicación de la herramienta, la disponibilidad antes es de 77.79% con un incremento absoluto de 0.14, la disponibilidad después es de 91.42%, por tanto, la disponibilidad se incrementó un 18% respectivamente, evidenciando de esta manera un incremento

### 3.2 Análisis Inferencial:

#### 3.2.1 Análisis de la hipótesis general

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La aplicación del TPM mejora la Productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

*Tabla 64: Análisis de datos de la hipótesis general*

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad Antes	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Productividad Después	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

*Fuente: Elaboración Propia*

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

*Tabla 65: Análisis de Normalidad de Productividad antes y después con Shapiro Wilk*

Fuente: Elaboración Propia	Pruebas de normalidad			
		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	Productividad Antes	.948	30	.148
	Productividad Después	.968	30	.493

De la Tabla 65, se puede verificar que la significancia de las productividades es, antes es (0.148) y después es (0.493), los dos valores son mayores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con la prueba T de Student, para analizar la contrastación de Hipótesis.

#### Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis Nula  $H_0$ : La aplicación del TPM no mejora la Productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La aplicación del TPM mejora la Productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

*Tabla 66: Contrastación de hipótesis General*

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Productividad Antes	.7168	30	.07623	.01392
Productividad Después	.8335	30	.04946	.00903

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 66, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes (0.7168) es menor que la media de la productividad después (0.8335), por consiguiente, no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del TPM no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T de Student a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

*Tabla 67: Prueba T de Student de Productividad Antes y Después*

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Productividad Antes - Productividad Después	-.11668	.07101	.01297	-.14319	-.09016	-8.999	29	.000

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 67, se puede verificar que la significancia de la prueba T de Student, aplicada a la productividad antes y después es de 0.00, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

### 3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

*Tabla 68: Análisis de datos de la primera hipótesis específica*

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia Antes	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Eficiencia Después	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

*Fuente: Elaboración Propia*

A fin de poder contrastar la hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficiencia antes y después tienen un



comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

*Tabla 69: Prueba de Normalidad de Eficiencia con Shapiro Wilk*

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	.888	30	.004
Eficiencia Después	.888	30	.004

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 69, se puede verificar que la significancia de Eficiencia, antes (0.004) y después (0.004), tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica:

Hipótesis Nula  $H_0$ : La aplicación del TPM no mejora la Eficiencia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

*Tabla 70: Contrastación de la primera hipótesis específica*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia Antes	30	.7437	.05282	.60	.86
Eficiencia Después	30	.8983	.07130	.80	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 70, ha quedado demostrado que la media de la Eficiencia antes (0.7437) es menor que la media de la productividad después (0.8983), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del TPM no mejora la Eficiencia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T de Student a ambas productividades. Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

*Tabla 71: Significancia de prueba de Wilcoxon*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Eficiencia Después - Eficiencia Antes
Z	-4,802 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	.000
a. Prueba de Wilcoxon de los rangos	
b. Se basa en rangos negativos.	

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 71, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la Eficiencia antes y después es de 0.00, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la

aplicación del TPM mejora la Eficiencia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A

### 3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La aplicación del TPM mejora la Eficacia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

*Tabla 72: Análisis de datos de la hipótesis general*

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia Antes	30	100.0%	0	0.0%	30	100.0%
Eficacia Después	30	100.0%	0	0.0%	30	100.0%

*Fuente: Elaboración Propia*

A fin de poder contrastar la hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

*Tabla 73: Análisis de normalidad de Eficacia*

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	.704	30	.000
Eficacia Después	.859	30	.001

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 73, se puede verificar que la significancia de la Eficacia, antes (0.000) y después (0.001), tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no

paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la Eficacia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis Nula  $H_0$ : La aplicación del TPM no mejora la Eficacia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La aplicación del TPM mejora la Eficacia en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

*Tabla 74: Contrastación de la segunda hipótesis específica*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia Antes	30	.7779	.07892	.53	.95
Eficacia Después	30	.8796	.04223	.83	.99

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 74, ha quedado demostrado que la media de la Eficacia antes es (0.7779) es menor que la media de la productividad después (0.8796), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del TPM no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T de Student a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

*Tabla 75: Significancia de prueba de Wilcoxon*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Eficacia Después - Eficacia Antes
Z	-4,538 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	.000
a. Prueba de Wilcoxon de los	
b. Se basa en rangos negativos.	

*Fuente: Elaboración Propia*

De la tabla 75, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la Eficacia antes y después es de 0,32, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de Producción de Spools en la empresa Fima S.A

## **IV. DISCUSIÓN**

En el desarrollo de esta tesis se ha demostrado que la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la productividad en la línea de producción de spools en la empresa FIMA S.A., mediante las evidencias mostradas queda constatado el incremento de la eficiencia y la eficacia y una notable mejora continua a lo largo y después de su aplicación.

La productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa Fima S.A se incrementó en un 15% después de la implementación del TPM. Esto lo ratifica Vásquez (2015), el mismo que señala en su investigación *Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica CERINSAE.I.R.L., Aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE).*, considerado como trabajos previos concluyó en su trabajo de Tesis, que gracias a la filosofía de implementación del TPM se incrementó la productividad en un 27,27%.

Se observa que la eficiencia de la línea de producción de spools en la empresa FIMA S.A ha mejorado a un 10%; esto después de haber hecho el análisis de estudio recabando información real del antes y después de la implementación del TPM. Este resultado es similar a la investigación según Vásquez (2015), donde determinó que debido a la aplicación de la filosofía del Mantenimiento Productivo Total se incrementó la eficiencia a un 95.49% a 95,95% dentro de la industria metálica. lo indicado lo coincide con Maldonado Ana y Ysique Sumner (2017) los que mencionan en su tesis Sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C.- Lambayeque 2016, los que sustentan el incremento de una mejora de la eficiencia a un 54%. Lo indicado coincide con Silva (2005), quien sostiene el incremento de una mejora en la empresa en la eficiencia luego de Implantar el TPM en Aceros Arequipa.

Finalmente, queda demostrado que la eficacia de la línea de producción de spools en la empresa FIMA S.A ha mejorado en un 6% como consecuencia de la implementación del TPM. Esto coincide con el autor de TPM en Industrias de Proceso, Tukutaro Suzuki (1996, p. 2), quien menciona que el TPM garantiza drásticos resultados, transforma los lugares de trabajo y eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento.



## **V. CONCLUSIONES**

Se delimitaron los pilares: Mantenimiento autónomo y Mantenimiento Planificado a aplicar dentro del Mantenimiento Productivo Total, después de haber observado las continuas paradas de máquina y tener acceso al registro de datos históricos, procediendo con un análisis de la situación actual, en la empresa Fima S.A. Posteriormente luego de haber hecho una investigación exhaustiva se determinaron las causas más importantes concentrándonos en los picos más altos que ocasionaban la baja productividad, con el afán de dar una solución más óptima, asimismo se consultaron un sinnúmero de investigaciones realizadas por el otros autores tanto tesis como libros virtuales y de biblioteca, de las cuáles se halló, entendió, verifico y demostró que el Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Planificado eliminaban dichas causas dentro de la empresa; influyendo en la productividad, cuyas dimensiones eficiencia eficacia también mejoraron de la línea de producción de spools de la empresa Fima S.A.

Durante la implementación del Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado ambos pilares del TPM, se logró: (Limpieza) eliminar causas de desgaste acelerado, (Apretado) chequeo de tuercas y pernos, (Lubricación) mejoramiento de sistemas donde sea necesario lubricar y estandarizar los tipos de lubricantes, estandarizaciones de limpieza, verificación y lubricación, (Anormalidades) muestra de reconocimiento de tipos de anormalidades, registro de control de equipos, estandarización de procedimientos de inspección, se adoptó medidas para evitar repetición de fallos principales, test de operaciones y aceptación.

De los resultados obtenidos después de la implementación del TPM, se demostró el incremento de la productividad a 83%.

De la Eficiencia se concluye el incremento a 89

De la Eficacia se concluye el incremento a 93.60

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los pilares tomados en cuenta en la implementación del Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado como herramientas necesarias demostraron una mejora en los procesos productivos, incrementando la productividad; por ello se recomienda a la Gerencia y a todo el personal del área lo siguiente:

Se recomienda utilizar: las mejoras orientadas, gestión temprana, mantenimiento de calidad, promoción de técnicas de operación y mantenimiento, TPM en los departamentos administrativos y de apoyo, seguridad, salud y medio ambiente, para proseguir con la mejora continua.

En vista que los pilares aplicados mejoran la productividad del área se recomienda brindar más capacitaciones y cursos al personal con el objetivo de que mantengan y adquieran más conocimientos acerca de la herramienta. Para mantener y/o incrementar el nivel alcanzado en la productividad, se sugiere que el supervisor controle el cumplimiento de las actividades mediante el manual elaborado y los formatos establecidos.

Finalmente, se recomienda que el manual y los formatos de mantenimiento del área de spools sean actualizados constantemente en base a las nuevas y mejores soluciones encontradas, y difundidos a todo el personal con el fin de que cada colaborador tenga claro los objetivos de la aplicación de la herramienta y los nuevos procedimientos frente a cada situación.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## BIBLIOGRAFÍAS

- BURGOS Luis. y TORAL Ximena. *Diseño e Implementación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa Productora de alimentos Balanceados*. Tesis para obtener el grado de Ingenieros Industriales. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2013.

Disponible en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25231/1/Tesis%20TPM%20Toral-Burgos.pdf>

- CASTILLO, Daniel. *Diseño e implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo basado en la Industrial. lubricación que permita mejorar la Confiabilidad de las maquinarias en la Planta Merrill Crowe de Minera Coimolache S.A.* Tesis para optar por el título de Ingeniero. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2013.

Disponible en:

<https://es.slideshare.net/percycontreras967/diseo-e-implementacion-de-un-sistema-de-mantenimiento-preventivo-basado-en-la-lubricacion-que-permita-mejorar-la-confiabilidad-de-las-maquinarias-en-la-planta-merrill-crowe-de-minera-coimolache-sa>

- CARDOZO, Edman. *Implementación de Herramientas Lean para el mejoramiento de la Efectividad Global del Equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A.* Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2013.

Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6288>

- CÓRDOVA, Frank. *Mejoras en el proceso de fabricación de Spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.

Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4712>.

- CUATRECASAS, Luís y TORRELL Francisca. 2010. *TPM en un entorno Lean Management*. España Barcelona : Editorial: Profit Editorial I, 2010. ISBN: 978-84-92956-12-8.
- CUATRECASAS Arbós, Lluís y TORRELL Martínez, Francesca. 2010. *Eficiencia de los equipos y de su mantenimiento*. Barcelona, España: Profit editorial, 2010. ISBN: 9788492956128.
- DOUNCE, E. *La productividad en el mantenimiento industrial*. México : Ed. Cecsa. 3era Edición, 2009.
- GALVÁN, Daniel. *Análisis de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante el Modelo de Opciones reales*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Optimización Financiera. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5393/Tesis%20.pdf?sequence=1>

- GARCIA, A. 2011. *Productividad y Reducción de Costos para la pequeña y mediana Industria*. México: Trillas. ISBN: 978-607-17-0733-8. 2da edición.
- GARCIA, S. 2010. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos S.A Edit. ISBN: 978-84-7978-577-2.
- GUTIERREZ, H.P. 2010. *Calidad Total y Productividad*. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0315-2.
- GUTIÉRREZ, H.P. 2014. *Calidad y Productividad*. Distrito Federal: México: Mc Graw Hill, 2014. ISBN: 978-607-15-1148-5. 4ta edición.
- HERNÁNDEZ Sergio y RODRÍGUEZ Gustavo 2012. *Administración*. Distrito Federal: México. Editorial: Mc Graw Hill. ISBN: 978-607-15-0775-4.

- MATEO, Rafael. *Propuesta y Validación de un modelo Integrador de Implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Tesis para optar del Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61492/MATEO%20-%20Propuesta%20y%20validaci%C3%B3n%20de%20un%20modelo%20integrador%20de%20implantaci%C3%B3n%20del%20Mantenimiento%20Producti....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MORALES, Gregorio. *Gestión del Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas*. Madrid: España. Editorial Paraninfo, 2013. ISBN: 9788497322669
- MUÑOZ, J. *Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón Corrugado*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.

Disponible en:

[http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/322311/2/munoz\\_ij-pub-tesis.pdf](http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/322311/2/munoz_ij-pub-tesis.pdf)

- PALACIOS, Eduardo. *Mejora de la Productividad de la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos S.A mediante la ampliación de un sistema de producción esbelta*. Para optar por el grado de Master en Ingeniería Industrial y Productividad. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Disponible en:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15183>

- ZUSUKI, Tukutaro. 1996. *TPM en industrias de proceso*. Editorial: Taylor Francis ISBN: 9788487022180
- TUAREZ, Cesar. *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil*



*por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total).* Tesis para optar por el título de Magister en Gestión de la productividad y la calidad. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2013.

Disponible en:

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADOR%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>

- VÁSQUEZ, Luis. *Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica CERINSAE.I.R.L., Aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE).* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015.

Disponible en:

[http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/489/1/TL\\_Vasquez\\_Contreras\\_LuisMartin.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/489/1/TL_Vasquez_Contreras_LuisMartin.pdf).

## **ANEXOS**

## Anexo N°1: Evaluación de Criticidad



### ENCUESTA

Se realizará la siguiente encuesta a fin de conocer las causas que provocan la baja productividad en el área de spools en la empresa Fima S.A:

A continuación se designará las valoraciones: 0 (nunca), 1 (Casi Nunca), 2 (A veces), 3 (Frecuente), 4 (Siempre).

A todo el personal, contestar con la mayor veracidad posible la encuesta, a fin de tomar medidas de mejora.

Nombres y apellidos:

Cargo:

Fecha:

Item	Causas	Nunca (0)	Casi nunca (1)	A veces (2)	Frecuente (3)	Siempre (4)
I1	Paradas de máquina					
I2	Falta de capacitación					
I3	Falta de un Plan de mantenimiento					
I4	Carencia de Formatos de medición de OEE					
I5	Inexistencia de repuestos en el mercado nacional					
I6	Carencia de Auditorías Internas					
I7	Anormalidades en el corte de tubo					
I8	Falta montacarga que traslade spools					
I9	Stock de accesorios incompletos spools					
I10	Errores en los programas de corte					
I11	Tuberías con fallas de fábrica					
I12	Ventilación inadecuada					
I13	Humedad					

*Fuente: Elaboración Propia*

## Anexo N°2: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
¿Cómo la aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.?	Determinar como la aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.	La aplicación del TPM mejora La productividad en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO
-P1 ¿Cómo la aplicación del TPM mejora La eficiencia en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.?	-O1 Determinar como la aplicación de la TPM mejora La eficiencia en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.	-H1 La aplicación del TPM mejora La Eficiencia en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.
-P2 ¿Cómo la aplicación del TPM mejora La eficacia en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.?	-O1 Determinar como la aplicación de la TPM mejora La eficacia en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.	-H2 La aplicación del TPM mejora La eficacia en la línea de producción de spools, en la empresa FIMA S.A.

*Fuente: Elaboración Propia*

### Anexo N°3: Ficha de Registro de Medición de Confiabilidad y Disponibilidad

[illegible]

Leyenda:

To: Tiempo de operación de la máquina

Tr: Tiempo de reparación de la máquina

H.máq. prog: Horas de máquina programada

MTBF: Tiempo promedio entre fallas ( $T_o / n^\circ$  fallas)

MTTR: Tiempo promedio de reparación ( $T_r$  / n° de fallas)

Confiabilidad:  $(MTBF/(MTBF+MTTR)*100\%)$

Disponibilidad:  $(T. \text{ operación} - \text{horas paradas}) / (T. \text{ operación} * 100\%)$

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N°4: Ficha de Registro de Medición para Eficiencia y Eficacia

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°5: Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	El TPM es una herramienta que abarca una serie de complementos que corregidos y reunidos de forma correcta da como resultado la competitividad y calidad en la organización, elimina sistemáticamente las deficiencias operacionales (Chen Lia – Xia 2011, p. 137)	Sistema basado en actividades que mejoraran la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas.	CONFIABILIDAD	$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\%$ <p>MTBF= Tiempo medio entre fallas (t. Operación/ n° fallas)</p> <p>MTTR= Tiempo promedio de reparación (t. reparación/ n° fallas)</p>	RAZÓN
			DISPONIBILIDAD	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{T. operacion} - \text{horas parada}}{\text{T. Operacion}} * 100\%$ <p>Horas paradas= Horas máquina sin funcionar</p>	RAZÓN
LA PRODUCTIVIDAD	La Productividad mide el cumplimiento de los objetivos, rendimiento y optimización de los recursos utilizados, debido a los estándares de fabricación es importante su trazabilidad (López, 2013, pp. 45-50)	La Productividad es la relación de lo producido por los recursos utilizados, en esta oportunidad se presenta como la eficiencia en la relación a la eficacia	EFICIENCIA	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{H. maq. Utilizadas}}{\text{H. maq. programadas}}$ <p>H. máq. Utilizadas= Horas de producción de la máquina</p> <p>H. máq. Programadas= Horas en el cual la máquina realiza su función</p>	RAZÓN
			EFICACIA	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidades producidas}}{\text{Cantidades proyectadas}}$ <p>Cantidades producidas= Productos fabricados</p> <p>Cantidades proyectadas= Producción programada</p>	RAZÓN

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N°6: Ficha de Registro de Averías

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia





## Formato de Análisis de Fallas

1. Manifieste el problema, explique porqué sucedió y cuál es el estado de la máquina.

¿Porqué? \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

2. ¿Qué acción correctiva se tomó frente al problema?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuál fue la causa raíz del problema? - Qué factores lo están propiciando? ¿Porqué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Tiene usted alguna sugerencia ó alguna forma de detectar mas rápido el problema?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. ¿Sugiere alguna actividad que prevenga detección de problemas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_

Jefe de Mantenimiento \_\_\_\_\_

## Anexo N°8: Evaluación de TPM



### Evaluación sobre TPM

Nombres:

Fecha:

Conteste apropiadamente las siguientes preguntas:

1. Manifieste la importancia del TPM en la empresa (4 pts)

2. Concepto del Tpm (2 pts)

3. Mencione los tipos de mantenimiento (2 pts)

4. Encierre en un círculo la alternativa que corresponde al mantenimiento de equipos (2 pts)

- a) Mantenimiento diario
- b) Estándares de chequeo
- c) Inspección periódica
- d) Estándares de reparación
- e) Todas las anteriores

5. Mencione 2 objetivos del TPM (2 pts)

6. Qué es el mantenimiento autónomo? (3 pts)

7. Mencione sólo 2 pilares del TPM (2 pts)

8. Indique 3 causas de avería en los equipos (3 pts)

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°9: Instrumento de Control de actividades del Comité del TPM

Acta de Reunión del Comité del TPM
Actividad: _____
Fecha: _____
Nombres y Apellidos: _____
Asuntos a coordinar
Temas pendientes anteriores
Compromisos alcanzados
Compromisos pendientes
Firma

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N°10: Formato de cumplimiento de Mantenimiento Preventivo Anual

MES	SEMANA	HORAS MAQUINA	PERIODO	FECHA	TECNICO RESPONSABLE	FIRMA
Ene	1	20	T			
	2	1	S			
	3	1	S			
	4	1	S			
Feb	5	1	S			
	6	1	S			
	7	1	S			
	8	1	S			
Mar	9	1	S			
	10	1	S			
	11	1	S			
	12	1	S			
	13	1	S			
Abr	14	20	T			
	15	1	S			
	16	1	S			
	17	1	S			
May	18	1	S			
	19	1	S			
	20	1	S			
	21	1	S			
Jun	22	20	T			
	23	1	S			
	24	1	S			
	25	1	S			
Jul	26	1	S			
	27	1	S			
	28	1	S			
	29	1	S			
Ago	30	20	T			
	31	1	S			
	32	1	S			
	33	1	S			
Sep	34	1	S			
	35	1	S			
	36	1	S			
	37	1	S			
Oct	38	1	S			
	39	1	S			
	40	1	S			
	41	1	S			
	42	1	S			
Nov	43	20	T			
	44	1	S			
	45	1	S			
	46	1	S			
Dic	47	1	S			
	48	1	S			
	49	1	S			
	50	1	S			

### LEYENDA:

S	SEMANAL
T	TRIMESTRAL
SM	SEMESTRAL

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N°11: Resultados de Turnitin

Feedback Studio - Mozilla Firefox

https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1049366290&o=953485837&lang=es&s=1

90% 36 de 37

feedback studio

T052\_46041148\_sin\_turnitin.pdf

17 %

Resumen de coincidencias

1 heinerelectrotecniabasi... Fuente de Internet 1 %

2 documents.mx Fuente de Internet 1 %

3 www.amte.org.mx Fuente de Internet 1 %

4 cip.org.pe Fuente de Internet 1 %

5 apoyo-a-tesis-unexpo... Fuente de Internet 1 %

6 www.buenastareas.com Fuente de Internet 1 %

7 bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet 1 %

www.scribd.com

Text-only Report

Página: 1 de 180 Número de palabras: 36665

2:43 p.m. 25/04/2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FTMA S.A en el año 2017.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA

USHIASHUA ZAVALETA, Lisbeth Erlen

ASESOR

Mg. SUNOHARA RAMIREZ, Percy Srro

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Gestión Empresarial y Productiva

Lima - Perú

2017